

Министерство здравоохранения Российской Федерации
Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный медицинский университет»

С.А. Чернядьев, А.В. Жиялков, Н Ю. Коробова

ВНУТРИПОЛОСТНАЯ УЗИ-КОНТРОЛИРУЕМАЯ ЛАЗЕРНАЯ ОБЛИТЕРАЦИЯ КИСТЫ БЕЙКЕРА

Монография

Екатеринбург
2016

УДК 617.5 – 089:616-073
ББК 54.546.4
Ч 498

*Печатается по решению Ученого совета
лечебно-профилактического факультета
ГБОУ ВПО УГМУ Минздрава России
(протокол № 6 от 15.02.2016 г.)*

*Ответственный редактор
д-р мед. наук. С.М. Кутепов*

*Рецензент
д-р мед. наук С.Л. Леонтьев*

Ч 498 Чернядьев, С.А.

Внутриполостная УЗИ-контролируемая лазерная облитерация кисты Бейкера [Текст] / С.А. Чернядьев, А.В. Жилияков, Н.Ю. Коробова ; ГБОУ ВПО УГМУ Минздрава России. — Екатеринбург : Издательство УГМУ, 2016. — 72 с. — ISBN 978-5-89895-779-7.

Монография посвящена новой технологии хирургии и ортопедии – контролируемой лазерной облитерации синовиальных полостных образований опорно-двигательного аппарата. В основе книги лежит большой клинический материал, основанный на более чем 400 случаях лечения кисты Бейкера. Даны физические и патофизиологические обоснования возможности применения лазерного излучения для облитерации кисты Бейкера. Показаны рекомендации по выбору лазерных аппаратов, режимов лазерного излучения, определены показания и противопоказания к внутриполостной УЗИ-контролируемой облитерации.

Книга предназначена для хирургов, ревматологов, онкологов, травматологов.

ISBN 978-5-89895-779-7

© Чернядьев С.А., 2016
© Жилияков А.В., 2016
© Коробова Н.Ю., 2016
© УГМУ, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Глава 1. Топографическая анатомия подколенной ямки.	7
Глава 2. Морфология кисты Бейкера.	10
Глава 3. Гистология кисты Бейкера.	11
Глава 4. Техника сканирования и положение пациента при манипуляции. Ультразвуковая анатомия подколенной ямки	13
Глава 5. Ультразвуковая дифференциальная диагностика кисты Бейкера . .	20
Глава 6. Обоснование использования лазерного излучения для облитерации кисты Бейкера. Теоретический расчет необходимых параметров излучения	26
Глава 7. Развитие пункционных игл. Необходимость в специальной игле для рекомендуемой методики. Описание иглы	38
Глава 8. Показания и противопоказания к проведению методики УЗИ- контролируемой лазерной облитерации кисты Бейкера	45
Глава 9. Оснащение манипуляционной и инструментарий	46
Подготовка инструментария и оборудования к манипуляции.	48
Глава 10. Порядок подготовки пациента к манипуляции и описание методики	49
Глава 11. Динамическое наблюдение в постманипуляционном периоде . .	56
Глава 12. Возможные осложнения лазерной облитерации кисты Бейкера. Способы их устранения.	59
Заключение	62
Список литературы	63

ВВЕДЕНИЕ

Кистозные периартикулярные образования коленного сустава представляют собой разнородную группу локальных заболеваний, в диапазоне от доброкачественных кист, являющихся осложнением основных патологий, таких как инфекция, реактивный артрит, до злокачественных новообразований. Доброкачественные синовиальные образования в области коленного сустава — наиболее частая патология, с которой сталкиваются пациенты всех возрастных групп. В 1877 г. Бейкер [51] описал восемь случаев опухоли в подколенной ямке и пришел к заключению, что эта структура служит резервуаром для синовиальной жидкости, продуцирующейся в коленном суставе. Таким образом, термин «киста Бейкера» является исторически сложившейся дефиницией полостного синовиального образования в данном анатомическом местоположении. Киста Бейкера, или подколенная киста, представляет собой заполненное жидкостью соединительнотканное расширение существовавшей ранее естественной сумки в подколенной ямке, чаще всего *gastrocnemio-semimembranosus*.

По данным отечественных исследователей, в целом по популяции частота встречаемости синовиальных кист также варьирует в широких пределах — от 3,4% [36] до 20,8% [71]. Наиболее часто синовиальные кисты обнаруживаются при ревматических заболеваниях. С.Г. Луговец в 1998 году кисту Бейкера у больных с ревматоидным артритом выявил в 52%, а у лиц с деформирующим артрозом коленного сустава — в 28% [24]. В процессе инструментального предоперационного обследования по поводу варикозного расширения вен нижних конечностей, по данным литературы, частота обнаружения кисты Бейкера при дуплексном сканировании сосудов составила 11,7%. [2]. В 1999 году С. Burger сообщил о 95% эффективности ультразвуковой диагностики кист Бейкера [55].

Подколенное пространство может быть эффективно визуализировано ультразвуковым способом из-за своего поверхностного расположения и отсутствия вышележащих костных

структур. Эта же технология продемонстрировала высокую чувствительность и специфичность в диагностике кисты Бейкера. D.G. McDonald, G.R. Leopold еще в 1972 году [80] использовали ультразвуковое исследование для диагностики кист и образований подколенной области. Исследования, проведенные в ФГУН «РНЦ «ВТО» им. академика Г.А. Илизарова Росздрава», подтверждают возможности эхографической диагностики кист подколенной области [15]. Ультразвуковые сканеры, в дополнение к своей основной сфере применения в качестве очень полезного диагностического инструмента, в настоящее время часто используются в клинической практике ревматологов как направляющее и контролирующее оборудование при выполнении интервенционных маневров [50; 52; 72].

Пункционные методики в приложении к данной патологии применяется как для дифференциальной диагностики (взятие содержимого на исследование), так и в лечебных целях в случаях, когда нет возможности выполнить операцию. При этом под местной анестезией содержимое откачивают через пункционную иглу. Описан способ лечения кисты Бейкера, при котором после аспирации ретроградно вводятся препараты из группы глюкокортикостероидов [15] или циклофосфана (Н.Б. Филатова, 2000 год). Но большинство авторов сообщают о частых рецидивах заболевания после пункционно-медикаментозного метода [6; 7; 20]. Все эти способы осуществляются по «слепому» варианту проведения манипуляции, то есть руководствуясь только внешними анатомическими ориентирами и тактильными ощущениями оператора.

Современное развитие медицинской практики показало, что визуализируемые интервенционные инвазивные методы значительно превосходят хирургические маневры, выполняемые вслепую. Наиболее предпочтительными являются безопасные неионизирующие и дешевые способы получения изображения процесса манипуляции (Aliabadi P. et al., 1988; Ozonoff M.B., 1973; Sofka C.M. et al., 2005; Picano & Matucci Cerinic, 2010). Чрезкожные УЗИ-контролируемые интервенционные маневры используются при различных патологиях опорно-двигательного аппарата. Данные манипуляции выполняются не только как банальные диагностические пункции

и терапевтические инъекции в полости суставов, сухожильных влагалищ или других периартикулярных структур, но и как более сложные маневры: биопсия, удаление инородных тел и внутритропухолевое введение препаратов. УЗИ имеет очень важное преимущество по сравнению с другими методами визуализации, поскольку позволяет не только локализовать целевую структуру, но и позиционировать место проникновения и объективизировать продвижение иглы, а также отследить процесс введения лекарственных препаратов (Bradley M. J., 2001).

Таким образом, ультразвуковое исследование опорно-двигательного аппарата является не только точным и надежным методом в изображении суставных и околосуставных повреждений, не имеющим ионизирующего излучения, но и является самым дешевым и доступным методом, позволяющим контролировать инвазивные манипуляции и быстро и многократно проводить повторные обследования (Bierma-Zeinstra et al., 2001; Koski J. M. et al., 1989; Iagnocco A. et al., 2006; Qvistgaard E. et al., 2001). Кроме того, доступность и легкость в обучении специалистов для достижения их компетентности в диагностике, а также широкий выбор муляжей для отработки навыков в УЗИ-контролируемой интервенционной терапии заболеваний опорно-двигательного аппарата позволяет широко распространить его среди врачей различных специальностей для применения в повседневной практике (Atchia I. et al., 2007).

ГЛАВА 1

ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ ПОДКОЛЕННОЙ ЯМКИ

Под собственной фасцией располагается ромбовидной формы **подколенная ямка** (fossa poplitea), выполненная клетчаткой, сосудами, нервами и лимфатическими узлами и ограниченная сверху: медиально — полуперепончатой и полусухожильной мышцами, латерально — двуглавой мышцей бедра; снизу: латерально — наружной головкой икроножной мышцы и подошвенной мышцей, медиально — внутренней головкой икроножной мышцы. Дно ямки в направлении сверху вниз составляют: fates poplitea бедренной кости, задняя поверхность суставной капсулы коленного сустава и подколенная мышца.

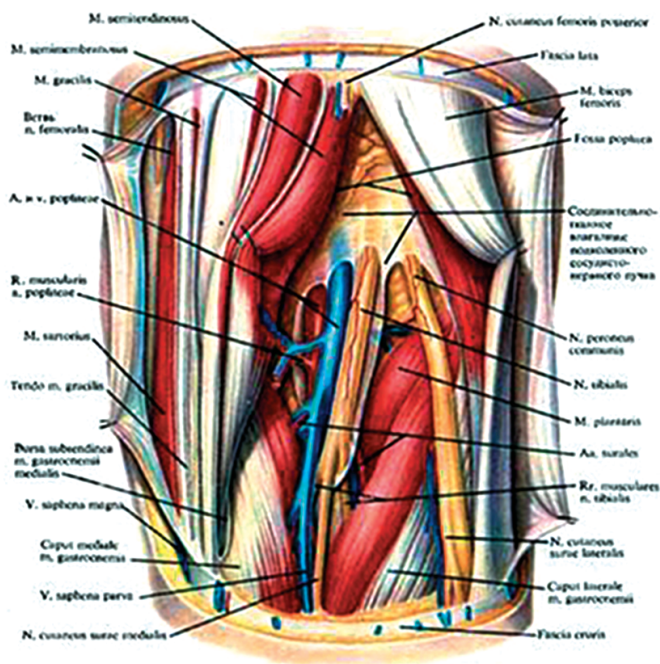


Рис. 1. Топография подколенных сосудов и нервов, вид сзади

Мышцы, ограничивающие подколенную ямку, заключены в хорошо выраженные собственные фасциальные футляры.

M. gastrocnemius своими внутренней и наружной головками начинается от *facies poplitea* бедренной кости сразу же над ее соответствующими мыщелками и от капсулы коленного сустава.

Между сухожилием латеральной головки и капсулой сустава располагается *bursa subtendinea m. gastrocnemiolateralis*. От *facies poplitea* выше и частично под латеральной головкой икроножной мышцы и от капсулы сустава начинается подошвенная мышца, *m. plantaris*. Обе мышцы направляются вниз на голень.

Глубже предыдущих мышц, образуя нижнюю часть дна подколенной ямки, расположена подколенная мышца, *m. popliteus*. Мышца начинается от наружного мыщелка

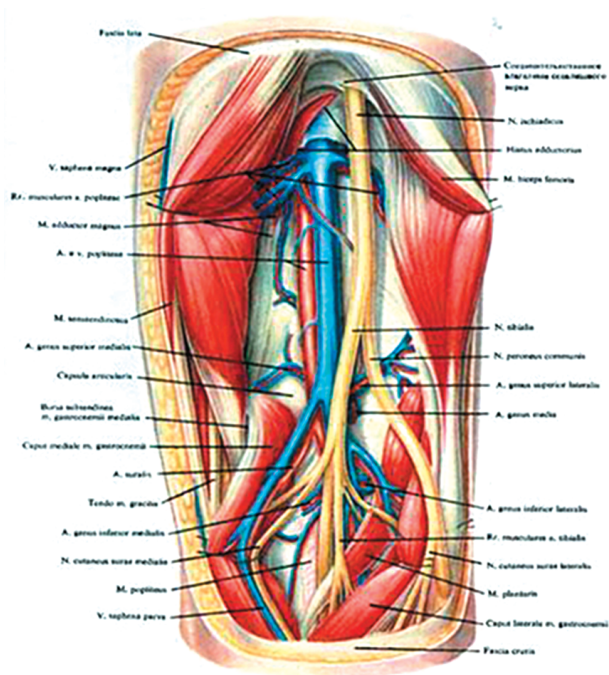


Рис. 2. Топография глубоких подколенных сосудов и нервов, вид сзади

бедренной кости и *lig. Popliteum arcuatum* и, направляясь вниз и медиально, прикрепляется к задней поверхности большеберцовой кости над *linea m. solei*. Сзади мышца покрыта плотной апоневротической пластинкой, верхняя часть которой укреплена *lig. Popliteum arcuatum*, а нижняя — волокнами средней ножки сухожилия полуперепончатой мышцы.

Взаимоотношения элементов подколенного сосудисто-нервного пучка в одноименной ямке следующие: наиболее поверхностно (сзади) лежат ветви седалищного нерва — большеберцовый и общий малоберцовый нервы и их ветви, впереди и медиально от большеберцового нерва располагается подколенная вена и еще глубже и медиальнее вены, на дне подколенной ямки, — подколенная артерия.

Седалищный нерв делится на большеберцовый и общий малоберцовый нервы чаще всего в верхнем углу подколенной ямки (76%), выше нее (22%) или очень редко (2%) ниже этого угла.

Большеберцовый нерв проецируется по линии, проведенной от точки, расположенной на 1 см латеральнее середины верхней границы области, к середине нижней границы области. Общий малоберцовый нерв проецируется по линии, проведенной вверху от той же точки к медиальному краю головки малоберцовой кости.

Впереди и медиальнее от большеберцового нерва располагается *v. poplitea*, в которую на протяжении подколенной области впадают многочисленные *vv. genus*. Ниже уровня суставной щели коленного сустава подколенная вена в большинстве случаев представлена медиальной и латеральной венами, в которые впадают вены голени, соединяющиеся между собой в различных комбинациях.

Подколенная артерия проецируется по линии, идущей от точки, расположенной на 1 см медиальнее середины верхней границы области, к середине нижней границы области.

МОРФОЛОГИЯ КИСТЫ БЕЙКЕРА

Классически подколенная киста [58] обнаруживается на месте бурсы *gastrocnemius-semimembranosus*. Эта сумка уникальна тем, что сообщается с полостью коленного сустава, в отличие от других околосуставных сумок, через отверстие в суставной капсуле кзади от медиального мыщелка бедренной кости. Вторая ее особенность состоит в том, что она является соединением двух частей: бурса *gastrocnemius* и бурса *semimembranosus*. Эти части могут быть отделены друг от друга частично или полностью центральной септой. В зависимости от типа сообщения и количества жидкости одна или обе части могут увеличиваться в размере и простираются в ниже-медиальном направлении, занимая межмышечные пространства.

Бурса *semimembranosus* — наибольшая из вышеописанных структур и расположена ближе к медиальному сухожилию мышцы *gastrocnemius* [74]. Хотя это и наиболее распространенный тип появления кисты, возможны и другие варианты ее направления [85; 88], крайне редко наблюдается внутримышечное прорастание в *vastus medialis* или *medial gastrocnemius* мышцы [58].

Морфологическим субстратом формирования и прогрессирования синовиальной кисты подколенной области является наличие в суставе «одностороннего клапана» [83]; присутствие механизма, принуждающего перемещаться синовиальную жидкость только в одном направлении [77]. Этот односторонний, или клапан бунзеновского типа, формируют плотные фибриновые массы, образующиеся при хроническом асептическом воспалении, сопровождающем формирование кисты Бейкера [87]. Ряд авторов, на основании морфологического исследования операционного материала, приводят результаты, указывающие на то, что во всех случаях киста имела связь с полостью коленного сустава благодаря овальному отверстию или щелевидному дефекту в капсуле размером от 0,5 до 1,5 см («суставе кисты»). По их мнению, отсутствие сообщения кисты

с полостью сустава может быть объяснено малым диаметром отверстия соустья или закупоркой самого соустья фибрином [11].

В гидродинамически замкнутой полости кисты жидкость подвергается частичной резорбции, что приводит к ее сгущению и затрудняет аспирацию из полости кисты, а при длительном течении могут образоваться синехии, септы, дочерние кисты и внутрисполостные хондральные тела [44]. Кисты Бейкера, меняющиеся в объеме (сообщающиеся свободно с нормальным синовиальным образованием), и недавно образовавшиеся имеют содержимое, идентичное нормальной синовиальной жидкости. А существующие длительное время и не сообщающиеся напрямую с нормальным синовиальным образованием имеют более густое содержимое и содержат больше клеток [32]. Например, при гонартрозе внутрисполостная жидкость имеет нормальный вид, но повышенную вязкость вследствие концентрации в ней гиалуроновой кислоты. А при воспалительном процессе, таком как ревматоидный артрит, заполнена густым непрозрачным содержимым, в состав которого входят лейкоциты, фибрин и другие продукты воспаления.

ГЛАВА 3

ГИСТОЛОГИЯ КИСТЫ БЕЙКЕРА

Учитывая тот факт, что киста Бейкера является производным из сумки полуперепончатой мышцы, расположенной в области медиального мышечка бедра между сухожилием *m. semimembranosi* и медиальной головкой *m. gastrocnemius* [25; 76], логично, что в ее синовиальной мембране хорошо выражены оба волокнистых слоя, на поверхности которых имеются ворсинки небольших размеров. Плоские однослойные синовиоциты располагаются над адипоцитами в один слой, а на более ровных участках — в несколько рядов. Это соответствует строению смешанной — ареолярно-адипозной синовиальной мембраны [29]. При длительном течении

хронического воспалительного процесса в полости часто наблюдаются скопления фибрина в виде лент неравномерной толщины, слабо прикрепленных к синовиальному слою. Эти полосы фибрина обычно развиваются в пределах первичной кисты, блокируя нормальную циркуляцию синовиальной жидкости через клапанный механизм соустья [89]. Наружный слой стенки кисты Бейкера состоит из плотной соединительной ткани, где часто наблюдаются отек, очаги разволокнения и некроза. Доказано, что степень выраженности пролиферативно-воспалительных и дистрофических изменений зависит от степени дегенеративных изменений сустава, давности заболевания, а также возраста больного [Rauschning W., Lindgren P. G. Popliteal Cysts (Baker's Cysts) in Adults: I. Clinical and Roentgenological Results of Operative Excision // Acta Orthopaedica. — 1979. — Т. 50. — №. 5. — С. 583–591, 89].

В соединительнотканной части стенки кисты, в свою очередь, выделяются два слоя — поверхностный и глубокий. В поверхностном слое толстые пучки коллагеновых волокон и тонкие эластические располагаются параллельно друг другу. Местами встречаются группы долек жировых клеток, оплетенных тонкими коллагеновыми волокнами. Коллагеновые волокна глубокого коллагеново-эластического слоя разнокалиберные, имеют регулярную волнистость, направлены под прямым или острым углами по отношению к таким же волокнам поверхностного слоя. Ветвистые эластические волокна образуют крупнаячешные сети [17; 46, 68], среди которых имеется поверхностная капиллярная сеть, представленная сосудистыми конструкциями для транссиновиального обмена. Наиболее широкие, более 25 мкм в диаметре, расположены на глубине 8–15 мкм от поверхности, им присуще большое количество локальных расширений в местах их начала и впадения в вены. Некоторые посткапилляры и вены также располагаются на глубине 8–20 мкм от поверхности синовиальной мембраны стенки кисты Бейкера. Они наряду с кровеносными капиллярами также имеют важное значение для транссиновиального обмена [28]. Скудная перфузия кровью обуславливает низкую концентрацию в тканях стенки кисты Бейкера такого хромофора как гемоглобин, а это обуславливает незначительное погло-

щение ею лазерной энергии при длине волны, соответствующей так называемому Н-лазеру («поглощаемому преимущественно гемоглобином») [94].

Гистоморфологические исследования стенок первичных и рецидивных кист и нормальных синовиальных оболочек установили, что внутренний слой всех образований является производным нормальной синовиальной оболочки и идентичен ей по своему гистологическому строению [17; 30]. Изучение внутренней среды синовиальных полостных образований показало, что содержимое рецидивных и первичных кист Бейкера идентично нормальной синовиальной жидкости с незначительными отличиями (за счет различных функциональных нагрузок).

ГЛАВА 4

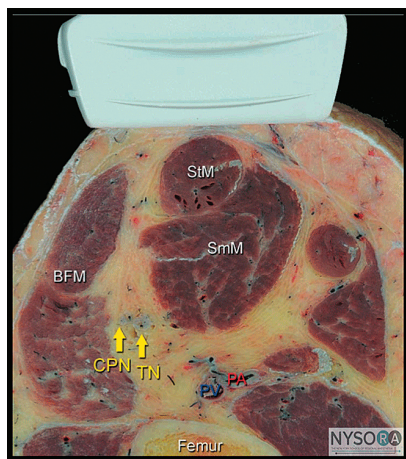
ТЕХНИКА СКАНИРОВАНИЯ И ПОЛОЖЕНИЕ ПАЦИЕНТА ПРИ МАНИПУЛЯЦИИ. УЛЬТРАЗВУКОВАЯ АНАТОМИЯ ПОДКОЛЕННОЙ ЯМКИ

Высокое качество и разрешение современного ультразвукового оборудования имеет важное значение для диагностики заболеваний и травм опорно-двигательного аппарата. Выбор датчика зависит от типа обследования, которое планируются выполнить. Высокочастотные (7,5–20 МГц) линейные датчики, как правило, лучше всего подходят для объективизации диагноза кисты Бейкера и выполнения контролируемых пункционных методик. Размер датчика (или площадь поверхности трансдьюсера при контакте с кожей) также является важным фактором в технике обследования. Например, датчики с большой площади часто затрудняют проведение пункции кисты, поскольку они не позволяют адекватно маневрировать иглой и ее внутритканевой трек к зоне интереса вынужденно становится длиннее.

Для исследования подколенной области с целью обнаружения кисты Бейкера и определения ее взаимоотношения



**Рис. 3. Расположение
трансдюсера
в начале осмотра**



**Рис. 4. Поперечный срез
подколенной ямки**
(взято: [http://www.nysora.com/
techniques/ultrasound-guided-
techniques/lower-extremity/3418-
ultrasound-guided-popliteal-
sciatic-block.html](http://www.nysora.com/techniques/ultrasound-guided-techniques/lower-extremity/3418-ultrasound-guided-popliteal-sciatic-block.html))

с соседними анатомическими образованиями является задний доступ. В начале исследования больной находится в положении лежа на животе, ноги слегка согнуты в коленях. На исследуемую область наносится нестерильный ультразвуковой гель

Осмотр начинают с поперечного расположения трансдюсера в подколенной складке. За начальный ориентир принимается подколенная артерия, располагающаяся на глубине примерно 3–4 см.

При необходимости для ее верификации возможно применение цветовой доплерографии. Подколенную артерию сопровождает одноименная вена. Латеральнее от артерии находится двуглавая мышца бедра (латеральная часть), а медиальнее мышцы — полуперепончатая и полусухозильная. Дорзальнее (т.е. ближе к кожной поверхности) и сбоку от артерии располагается большеберцовый нерв, который изображается как гиперэхогенное, овальное или круглое образование с шероховатой или сотовой структурой внутри (рис. 4).

Если имеются затруднения в идентификации нерва, пациенту может быть предложено согнуть коленный сустав и переразогнуть голеностопный. Этот маневр заставляет нерв повернуться или переместиться по отношению к его окружению. После того как большеберцовый нерв идентифицирован, необходимо

визуализировать общий малоберцовый нерв, который находится еще более поверхностно и латеральнее от большеберцового нерва.

При перемещении ультразвукового датчика в проксимальном направлении обнаруживается соединение большеберцового и малоберцового нервов и формирование седалищного нерва (4А и В). Это соединение, как правило, происходит на расстоянии от 5 до 10 см от подколенной складки, но может произойти очень близко к складке или (значительно реже) проксимальнее в бедре. По мере перемещения трансдюсера в проксимальном направлении подколенные сосуды углубляются и, следовательно, становятся менее заметными.

Затем датчик располагается в области подколенной ямки параллельно длинной оси нижней конечности в месте максимальной пульсации артерии, определяемой пальпаторно, и на экране монитора эта позиция служила для определения корректности расположения датчика (рис. 5).

Под контролем руки трансдюссер перемещали по проекции суставной щели медиально до момента, когда на экране появится клиновидная эхопозитивная структура умеренной интенсивности, соответствующая заднему ругу внутреннего мениска (рис. 6).

Далее датчик опускается немного ниже подколенной области коленного сустава под углом в 60° от продольного



Рис. 5. Продольное расположение трансдюсера

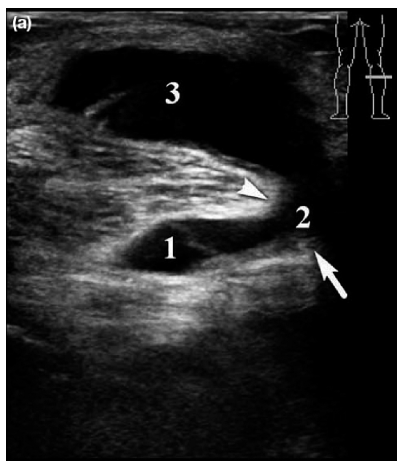


Рис. 6. Типичное изображение кисты Бейкера при поперечном сканировании

среза, что позволяет визуализировать медиальную и латеральную головки икроножной мышцы (рис. 7).

Сухожилия этих мышц начинаются от соответствующих мышечковых поверхностей бедренной кости, а к задне-медиальной поверхности проксимальной части большеберцовой кости видно прикрепление сухожилия полуперепончатой мышцы (рис. 13в). Между сухожилием полуперепончатой мышцы и медиальной головкой икроножной мышцы находили шейку кисты Бейкера. Для улучшения визуализации соустья при поперечном сканировании датчик рекомендуем установить под углом 80° к оси конечности (рис. 17). Ориентирами для визуализации этой области при поперечном сканировании являются: задняя поверхность медиального мышечка бедренной кости, покрытая гиалиновым хрящом, сухожилие полуперепончатой мышцы, волокна икроножной мышцы (рис. 13г).

На ультрасонограмме подколенная киста определяется как четко отграниченная область ан- или гипозоногенной структуры, расположенной вблизи суставной щели, чаще медиально между сухожилиями икроножной и полуперепончатой мышц [48; 93]. Классическая форма кисты Бейкера описывается как образование в виде полумесяца или клювообразной формы. Поскольку соустье открывается в синовиальную сумку медиальной головки икроножной мышцы, а сумка медиальной головки икроножной мышцы и полуперепончатой мышцы, как правило, не сообщаются из-за центральной перегородки, то, таким образом, киста обычно развивается вокруг медиальной головки икроножной мышцы и появляется ультразвуковой симптом в виде подковы или формы полумесяца при поперечном сканировании [66].

Основание кисты Бейкера расположено около сухожилия полуперепончатой мышцы, сухожилия медиальной головки икроножной и задней части капсулы сустава. Основание, как правило, меньше, чем его поверхностная часть. Шейка находится между сухожилием полуперепончатой мышцы и сухожилием медиальной головки икроножной мышцы. Поверхностная часть кисты (тела) находится в подкожно-жировом слое и заканчивается закругленным полюсом (рис 6). В большинстве слу-

чаев все три компонента кисты могут быть продемонстрированы на мониторе [16].

При увеличении кисты Бейкера они обычно распространяются поверхностно и каудально между бедренной фасцией и медиальной головкой икроножной мышцы (рис 7).

Большинство кист Бейкера являются анэхогенными структурами. Но у пациентов с травмой в анамнезе, остеоартритом, нейропатическими заболеваниями суставов или синовиальной аномалией, такой как хондроматоз или остеохондроматоз, в кисте могут быть найдены внутрисуставные свободные тела в результате миграции данных фрагментов из полости сустава (рис. 8).

Нетипичные сонографические признаки

Хотя киста Бейкера является классически анэхогенным очагом, однако достаточно часто внутри встречается эхогенный материал, например септации (рис. 9), фибрин и запекшаяся кровь, особенно у пациентов с болью в коленном суставе или с симптомами, имитирующими тромбоз глубоких вен (ТГВ).

Эти эхогенные объекты обнаруживаются в 65% кист



Рис. 7. Срез подколенной кисты при продольном сканировании

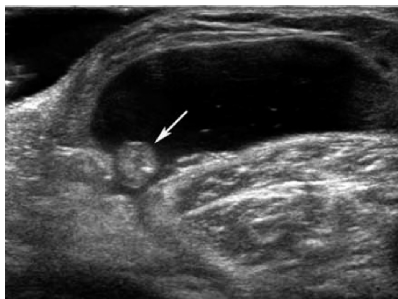


Рис. 8. Обнаружено хондральное округлое внутрисуставное тело в проекции соустья кисты Бейкера

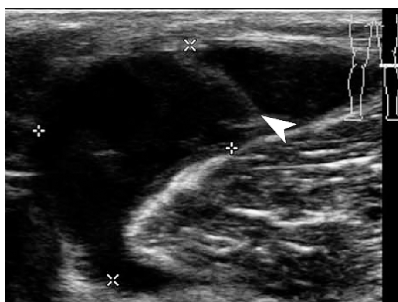


Рис. 9. В полости кисты наблюдается скопление фибрина по типу «шварт»

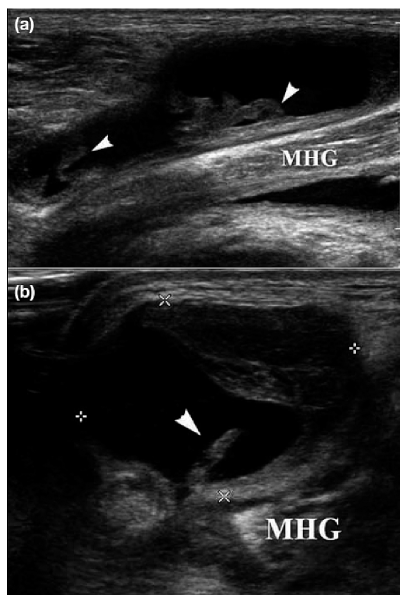


Рис. 10. На поперечном срезе видны разрастания синовиальных ворсин

Бейкера у пациентов с вышеупомянутыми симптомами, хотя данные находки могут выявляться и у бессимптомных субъектов [73].

При ревматоидном артрите или других заболеваниях, связанных с синовиальной гипертрофией, таких как серонегативный артрит или пигментно-виллезнонодулярный синовит (PVNS), кистозная полость может быть частично или полностью заполнена синовиальной оболочкой (рис 9).

Кисты Бейкера ревматоидного характера имеют заметно неправильный синовиальный слой, с многочисленными внутренними эхо-позитивными включениями, в значительно большем количестве, чем при другой сопутствующей

артрологической патологии [91].

Кроме классического вида полумесяца, при поперечном сканировании могут быть описаны даже х-образные формы и формы по типу «грозди винограда» [66]. Появление х-образной формы кисты Бейкера объясняется связью между сумками медиальной головки икроножной и полуперепончатой мышц. Обе бursы заканчиваются передними и задними рогами, заполнение которых серозной жидкостью производит х-образный вид (рис. 6). Форму в виде грозди винограда, можно отнести к длительно формирующемуся признаку, связанному с ревматоидным или другим хроническим воспалительным артритом коленного сустава. Септации или дочерние кисты могут приводить к такому внешнему виду. Чаще всего внутри кист подобной формации наблюдаются сгустки крови, сенехии и дебрис.

Определенную практическую ценность представляет собой технология цветного или энергетического доплеровского исследования, позволяющего обнаружить повышение перфузии мягких околоуставных тканей.

Демонстрируя наличие или отсутствие сигналов кровотока в толще ткани, цветная энергетическая доплерография позволяет исключить или заподозрить возможность солидной опухоли подколенной области. Тем не менее, из-за того, что кровоток может быть вялым в некоторых видах опухолей, отсутствие доплеровского сигнала не исключает опухоль, и обычно требуется

МРТ для уточнения ситуации. В исследовании Liao et al. среди 180 пациентов с кистой Бейкера ее вид в форме полумесяца, выявленный при поперечном сканировании, является самым доминирующим (98%), и только в двух (2%) случаях выявили х-образную фигуру [75].

Краниальное направление является наиболее редким при увеличении кисты Бейкера в размере. Киста Бейкера также иногда может распространяться вглубь между икроножной и камбаловидной мышцами. Крайне редко кисты могут проникать внутримышечно. Fangetal сообщили о трех случаях кисты Бейкера, проходящих в брюшко медиальной головки икроножной мышцы [58].

Наконец, особое внимание должно быть уделено методам документации изображения в виде распечатки изображения на термобумаге или видеосюжета с сохранением на внешних переносных носителях. Все продемонстрированные структуры должны быть задокументированы в стандартизированной форме, чтобы обеспечить лучшую воспроизводимость этих

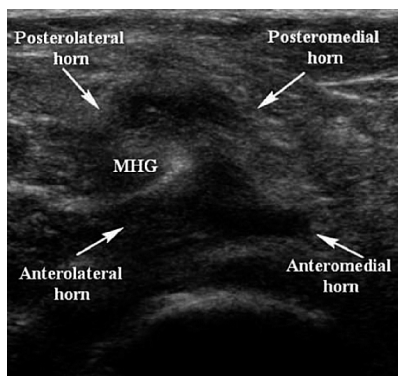


Рис. 11. Редкий вариант внешнего вида подколенных кист с ультразвуковым проявлением, аналогичным для солидных опухолей

результатов. Патологические результаты должны быть документированы в двух перпендикулярных плоскостях. В таблице 1 приведены ориентации датчика при исследовании подколенной ямки.

Таблица 1

Ориентация ультразвукового трансдюсера при исследовании подколенной области (взято: <http://ard.bmj.com/content/60/7/641.full>)

	<i>Продольное сканирование</i>	<i>Поперечное сканирование</i>
Левая сторона экрана	Проксимально, краниально, выше	Медиально, тибiallyно
Правая сторона экрана	Дистально, каудально, ниже	Латерально, фибулярно

Врач ультразвуковой диагностики по результатам осмотра заполняет протокол исследования (см. Приложение, протокол № 1), в котором указывает рекомендации по режиму лазерного облучения и необходимым мерам безопасности при проведении облитерации.

ГЛАВА 5

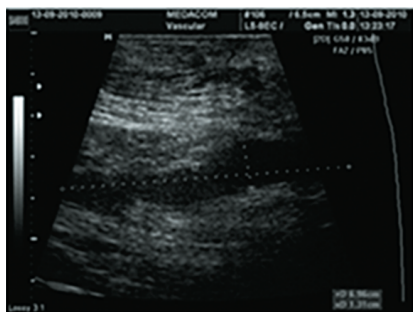
УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА КИСТЫ БЕЙКЕРА

Дифференциальную диагностику обнаруженной кисты Бейкера проводили с различными патологическими состояниями, как травматического, так и нетравматического генеза. Частым осложнением кисты подколенной области является напряжение и последующий разрыв [63]. При спонтанных разрывах кисты Бейкера возникает вторичный синдром сдавления мышц голени, проявляющийся резкой болью, парестезиями в боковой области нижней части голени, ограничением подошвенного сгибания стопы. Разрыв кисты Бейкера диагностируется при наличии

характерного заостренного края и полосы жидкости по ходу волокон сухожилия икроножной мышцы. Более характерны разрывы в нижней части кисти.

Ультразвуковая картина жидкостного скопления в подколенной области также характерна для гематомы. Следует отметить, что практически всегда ее образованию предшествуют травмы сустава. При сонографии гематома имела различную ультразвуковую семиотику в зависимости от срока давности появления (рис. 5, 6). Чаще располагалась в межмышечном пространстве, была вытянутой формы, с четкими контурами, без отграничивающей капсулы и с однородной гипозоногенной внутренней структурой. К числу специфических признаков гематом можно отнести односторонний характер проявления патологии и отсутствие связи с полостью коленного сустава.

Применение полипозиционного серошкального сканирования (В-режим) с цветовым доплеровским кодированием (дуплексное сканирование), а также энергетической (ЭД) и спектральной (СД) доплерографии в реальном масштабе времени предоставило возможность определить интенсивность кровоснабжения оболочек образования и его полости, а также оценить близость крупных сосудов и их возможную патологию.



*Рис. 12. Гемангиома
подколенной области*



*Рис. 13. Межмышечная гематома
подколенной области*

(взято из Андреева И. В. и др. Дифференциальная диагностика кист Бейкера и других объемных образований подколенной области при ультразвуковом исследовании // ВІСНИК. — 2011. — С. 24.)

Нормальные сосуды, в том числе и синовиальной оболочки, в используемом варианте цветового доплеровского картирования нечетко дифференцируются. Как проявление воспалительной реакции в окружающих тканях возникает усиление васкуляризации, которое регистрируется в режиме энергетического картирования. Проллиферативные изменения внутреннего слоя стенки подколенной кисты проявляются в виде различных вариантов ее утолщения. Утолщение может быть равномерным и ворсинчатым (рис. 14а). При ворсинчатой гипертрофии в ряде случаев наблюдаются гипермобильные — «флотирующие» — ворсины. Эффект флотации фиксируется в режиме спектрального доплера (рис. 14б, в). При воспалительных изменениях внутреннего слоя стенки рецидивной и длительно существующей кисты Бейкера в ее толще визуализируются расширенные сосуды (рис. 15). Но наиболее высокая степень васкуляризации наблюдается при виллезнонодулярном синовите и синовииоме. В этих случаях синовиальная оболочка представлена исключительно сосудистой тканью (рис. 16а). Также при этих заболеваниях предоставляется возможность выявить

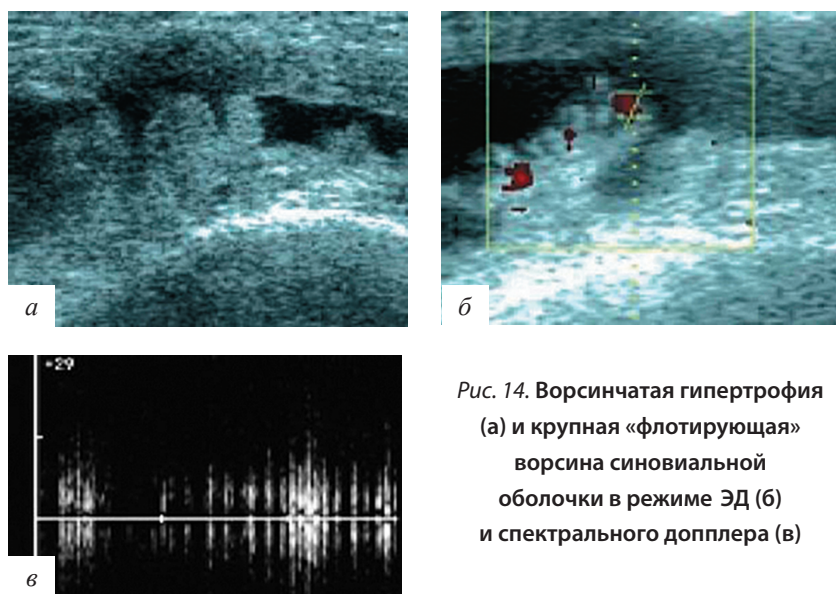


Рис. 14. Ворсинчатая гипертрофия (а) и крупная «флотирующая» ворсина синовиальной оболочки в режиме ЭД (б) и спектрального доплера (в)

в толще менисков гипervasкулярную инвазию сосудов синовиальной оболочки (рис. 166).

Патология сосудов представляет собой большую группу заболеваний подколленной области, имитирующих кисту Бейкера. По данным литературы, одним из редких объемных образований подколленной области являются аневризмы подколленной

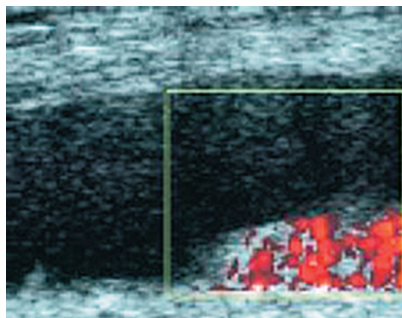


Рис. 15. Расширенные сосуды в толще синовиальной оболочки и в подсиновиальном пространстве при хроническом синовите

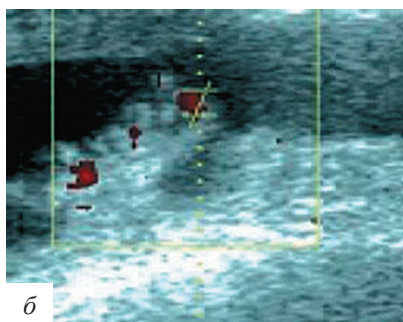
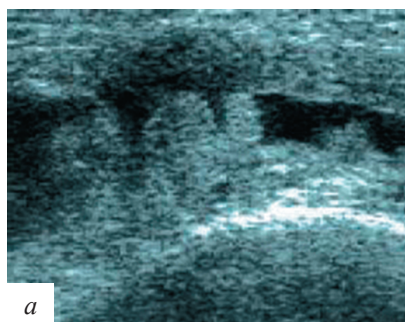


Рис. 16. Гипervasкуляризация синовиальной оболочки (а) и мениска (б) при виллезнодулярном синовите.

(взято из Ермак Е. М. Возможности ультразвукографии в прогнозировании развития деформирующего гонартроза // SonoAceInternational N. — 2003. — Т. 11. — С. 2003.)

вены [57]. Однако в дуплексном режиме сканирования сомнения в сосудистом происхождении этих объемных образований не решались (рис. 17, 18).

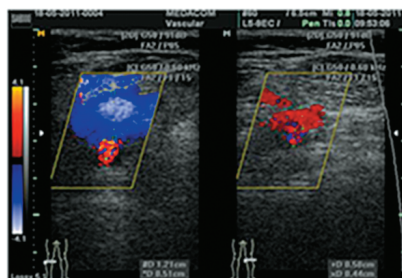


Рис. 17. Аневризма подколенной вены при поперечном дуплексном сканировании

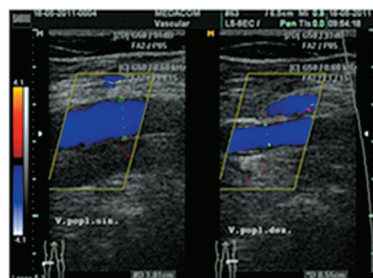


Рис. 18. Аневризма подколенной вены при продольном дуплексном сканировании

(взято из Андреева И. В. и др. Дифференциальная диагностика кист Бейкера и других объемных образований подколенной области при ультразвуковом исследовании // ВІСНИК. — 2011. — С. 24.)

Также мы наблюдали, что кисты Бейкера могут имитировать тромбоз глубоких вен нижних конечностей, что совпадает с мнением других исследователей [69]. Однако нередко длительно существующие синовиальные образования могут приводить к сдавлению и тромбозу подколенной вены, который визуализировался как образование вытянутой формы, ориентированное вдоль сосуда, с неоднородным внутренним содержимым (рис. 19). В дуплексном режиме выявляли разнонаправленные потоки крови вокруг «флотирующего» тромба подколенной вены (рис. 20, 21).



Рис. 19. Тромбоз подколенной вены в режиме серой шкалы

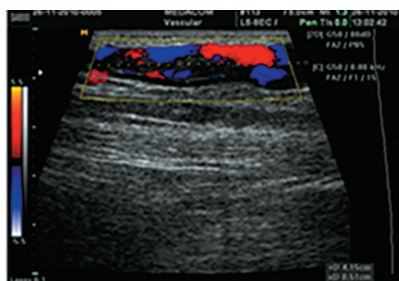


Рис. 20. «Флотирующий» тромб в подколенной вене при продольном дуплексном сканировании



Рис. 21. «Флотирующий» тромб в подколенной вене при поперечном дуплексном сканировании

(взято из Андреева И.В. и др. Дифференциальная диагностика кист Бейкера и других объемных образований подколенной области при ультразвуковом исследовании // ВІСНИК. — 2011. — С. 24.)

ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБЛИТЕРАЦИИ КИСТЫ БЕЙКЕРА. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НЕОБХОДИМЫХ ПАРАМЕТРОВ ИЗЛУЧЕНИЯ

Универсальных режимов лазерного воздействия на различные ткани не существует. Поэтому подбор оптимальных параметров и режимов воздействия осуществляется хирургом самостоятельно, на основе базовых знаний и методик применения хирургических лазерных установок в медицинской практике. Характерными компонентами структуры соединительных тканей, составляющих основу бурс и капсул суставов, являются коллагеновые волокна, которые не только придают им форму, но и определяют их прочность на разрыв. В рыхлой, неоформленной волокнистой соединительной ткани коллагеновые волокна располагаются в различных направлениях в виде волнообразно изогнутых тяжей толщиной 1–3 мкм и более. Коллагеновые волокна состоят из пучков параллельно расположенных фибрилл толщиной в среднем 50–100 нм, связанных между собой гликозаминогликанами и протеогликанами. Толщина волокон зависит от числа фибрилл. Коллагеновые фибриллы обладают поперечной исчерченностью — чередованием темных и светлых участков с периодом повторяемости 64–70 нм [5; 45].

Мягкие соединительные ткани имеют в своей структуре большое содержание воды ($\approx 60\div 80\%$). Эта основная специфика обеспечивает взаимодействие лазерного излучения с молекулами такого биообъекта, что приводит к их возбуждению и последующему переходу в основное состояние за счет безызлучательных процессов с выделением тепла. При нагревании соединительной ткани, из-за усиления броуновского движения в ее толще, молекулярная структура коллагена изменяется, и становятся возможными кратковременные контакты остатков гидрофобных аминокислот с водой. Если повышение температуры кратковременно и невелико, то при ее нормализации исходная структура белковой молекулы восстанавливается. При более высоких температурах или длительном повышении тем-

пературы молекулы аминокислот, благодаря так называемому термическому гидрофобному взаимодействию, начинают как бы слипаться друг с другом. [1; 65; 78]. При этом возникает новая устойчивая структура, состоящая из совокупности молекул коллагена. Она обладает новыми физическими свойствами (утрата водорастворимости, изменение оптических свойств). Исходные биологические свойства отдельных молекул необратимо утрачиваются [21], что позволяет использовать этот эффект выполнения оперативного лечения различных патологий.

Современные результаты клинического применения высокоэнергетического лазерного излучения в сосудистой и общей хирургии для облитерации кист, подкожных вен и прочих патологически измененных тканей, а также теоретические работы многих исследователей подтверждают [4; 34; 40; 56; 60], что оптимальная длина волны для интерстициальных вмешательств составляет 1470–1560 нм, так как она имеет самый большой максимум поглощения в воде и пониженный в гемоглобине, что приводит к равномерному повышению температуры гидратированных тканей и жидкостного содержимого полостных образований (рис. 22). Хирургические лазерные

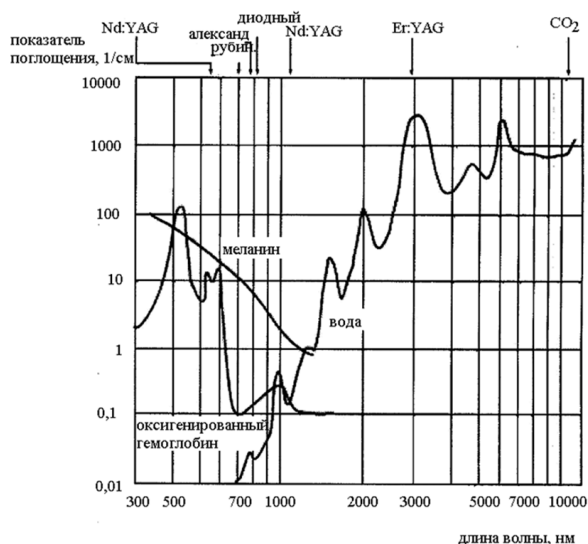


Рис. 22. Спектр поглощения основными хромофорами

установки, генерирующие излучение данной длины в современной практике и научной литературе, называют W-лазер (от англ. — *water*) [47].

Учитывая тот факт, что киста Бейкера является производным из сумки полуперепончатой мышцы, расположенной в области медиального мыщелка бедра между сухожилием *m. semimembranosi* и медиальной головкой *m. gastrocnemius* [25; 76], логично, что в ее синовиальной мембране хорошо выражены оба волокнистых слоя, на поверхности которых имеются ворсинки небольших размеров. Плоские однослойные синовиоциты располагаются над адипоцитами в один слой, а на более ровных участках — в несколько рядов. Это соответствует строению смешанной — ареолярно-адипозной синовиальной мембраны [29]. При длительном течении хронического воспалительного процесса в полости часто наблюдаются скопления фибрина в виде лент неравномерной толщины, слабо прикрепленных к синовиальному слою. Эти полосы фибрина обычно развиваются в пределах первичной кисты, блокируя нормальную циркуляцию синовиальной жидкости через клапанный механизм соустья [89]. Наружный слой стенки кисты Бейкера состоит из плотной соединительной ткани, где часто наблюдается отек, очаги разволокнения и некроза. Доказано, что степень выраженности пролиферативно-воспалительных и дистрофических изменений зависит от степени дегенеративных изменений сустава, давности заболевания, а также возраста больного [82; 89].

В соединительнотканной части стенки кисты, в свою очередь, выделяются два слоя — поверхностный и глубокий. В поверхностном слое толстые пучки коллагеновых волокон и тонкие эластические располагаются параллельно друг другу. Местами встречаются группы долек жировых клеток, оплетенных тонкими коллагеновыми волокнами. Коллагеновые волокна глубокого коллагеново-эластического слоя разнокалиберные, имеют регулярную волнистость, направлены под прямым или острым углами по отношению к таким же волокнам поверхностного слоя. Ветвистые эластические волокна образуют крупноячеистые сети [17; 46; 68], среди которых имеется поверхностная капиллярная сеть, представленная сосудистыми конструкциями для трансси-

новиального обмена. Наиболее широкие, более 25 мкм в диаметре, расположены на глубине 8—15 мкм от поверхности, им присуще большое количество локальных расширений в местах их начала и впадения в венулы. Некоторые посткапилляры и венулы также располагаются на глубине 8—20 мкм от поверхности синовиальной мембраны стенки кисты Бейкера. Они наряду с кровеносными капиллярами также имеют важное значение для транссиновиального обмена [28]. Скучная перфузия кровью обуславливает низкую концентрацию в тканях стенки кисты Бейкера такого хромофора как гемоглобин, а это обуславливает незначительное поглощение ею лазерной энергии при длине волны, соответствующей так называемому Н-лазеру («поглощаемому преимущественно гемоглобином») [94].

На основании информации из доступных нам литературных источников [31; 59; 81] выяснено, что для синовиального, внутрисуставного слоя и наружного слоя стенки, содержащих коллаген и эластин, спектр поглощения в ближней инфракрасной области находится в диапазоне от 760 до 2500 нм. Длина волны W-лазера, используемого в нашей исследовательской работе, соответствует спектрам поглощения данных тканевых хромофоров (рис. 22) и спектру поглощения воды, соответственно, применение данной длины волны излучения для внутрисуставной лазерной облитерации кисты Бейкера оправданно.

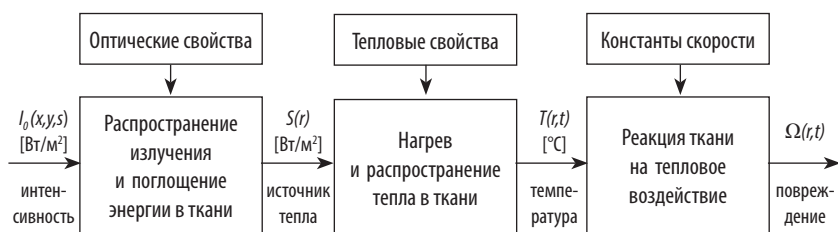
Оптимальная глубина проникновения излучения в воду и водосодержащие ткани — на величину от 1 до примерно 3—4 мм, на толщину капсулы синовиальной кисты. При большей глубине излучение сможет проникать в ткани, окружающие зону воздействия [18; 90] и вызывать их нежелательное повреждение и выраженный болевой синдром. А при меньшей — излучение будет поглощаться в малом объеме образования, не достаточном для достижения цели медицинского вмешательства, провоцируя рецидивы заболевания. Диаграмма, определяющая области значений длины волны излучения и длительности воздействия, при которых преобладает оптический или термический перенос энергии в глубь ткани, приведена на рис. 23.

Расчет энергетических параметров лазерного излучения для исследуемой нами технологии основан на том, что характер и выраженность структурных изменений биоткани также



Рис. 23

зависят от свойств лазерного излучения, таких как плотность мощности излучения, длительность облучения, частота повторения импульса. Свойства самих биологических тканей также оказывают влияние на протекание в их толще фототермических процессов [19]. При этом принципиально важными являются два комплекса свойств ткани: оптические свойства и теплофизические свойства.



Этапы оптико-тепловой модели лазерного воздействия на биоткань

Доказано, что в зависимости от длины волны используемого излучения может преобладать или оптический перенос энергии, так называемая глубина проникновения излучения, или перенос энергии за счет теплопроводности — термический перенос энергии. При оптическом переносе энергии глубина

проникновения энергии не зависит от длительности воздействия, а определяется только плотностью энергии, вложенной в облученную область. При термическом переносе энергии глубина проникновения энергии значительно зависит от длительности воздействия, а также от плотности мощности лазерного излучения или скорости потока энергии (Вт/см^2) [13; 27]. При ее больших значениях преобладают термические процессы, а при снижении — нелинейные оптические процессы. Если длина волны излучения такова, что излучение хорошо поглощается в тканях, типы воздействия лазерного излучения могут быть представлены в виде областей на рис. 24.

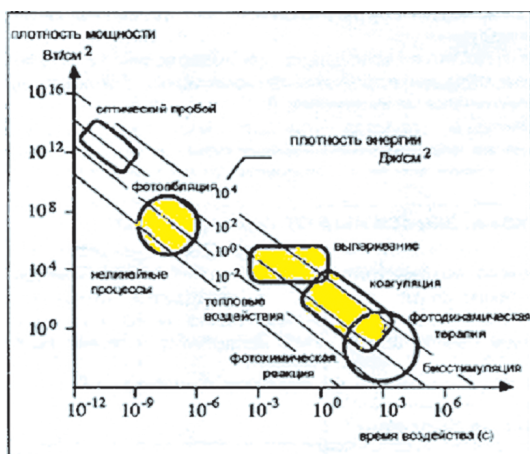


Рис. 24. Зависимость плотности энергии излучения от мощности и времени воздействия

Плотностью мощности в лазерной медицине принято считать отношение мощности излучения к площади сечения лазерного пучка, а единицами измерения — Вт/см^2 . Производной единицей является доза излучения, которая равна отношению произведения мощности излучения и времени облучения к площади сечения лазерного пучка, выражается в Вт/см^2 . Хирургам необходимо знать дозу в глубине тканей (так называемую поглощенную дозу), оказывающую главное действие на структуру, подлежащую коагуляции. Поглощенная доза меньше падающей

дозы и зависит от коэффициента отражения. Коэффициент поглощения математически описывает, как сильно свет поглощается в определенном веществе; чем он больше, тем сильнее поглощение. Существует большая разница между коэффициентами различных веществ, например, вода прозрачна для видимого света, но непроницаема для средней инфракрасной области спектра. Такие хромофоры как меланин и гемоглобин хорошо поглощают видимый свет [22; 67; 92].

Также коэффициент поглощения определяет длину спектральной линии поглощения различных лазеров человеческими тканями. По определению, длина спектральной линии поглощения — это расстояние, которое проходит лазерный свет в ткани до того, как поглотится на 63%. Глубина проникновения лазерного света в ткани коррелирует с коэффициентом поглощения; чем выше поглощение в определенном хромофоре, тем ниже глубина проникновения. Степень поглощения также зависит от наличия эрозии, некротических масс, фибрина и стадии воспалительного процесса. Следует помнить, что биоткань изменяет и физические свойства лазера. В связи с тем, что доза отраженного и поглощенного излучения зависит от многих причин и на практике определить их очень трудно, приходится упрощать модель теплового переноса в тканях и опираться только на наиболее существенные факторы [35].

Необходимо учитывать и эффект накопления тепла между импульсами. Обычно принимается, что за время между импульсами температура должна снизиться на величину, равную половине прироста температуры за время импульса. Если длительность импульса или его частота следования слишком велики, то температура между импульсами снижается меньше. Доказано [38], что при воздействии лазерного излучения в течение 1 секунды и меньше практически всегда можно пренебречь теплоотводом за счет кровотока. При воздействии в течение 10 секунд и больше необходимость учета теплоотвода кровотоком зависит от интенсивности кровотока в органе или части тела, которая подвергается воздействию лазерного излучения. Значения интенсивности кровотока в различных тканях и органах человека приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Оценочные значения интенсивности кровотока
и времени перфузии в различных тканях**

<i>Ткань, орган</i>	$v \frac{\text{мл.}}{\text{мин} \cdot \text{г}}$	t_*
жировая ткань	0,012–0,015	1 час
мышца руки	0,02–0,07	50–14 минут
кожа	0,15–0,5	7–2 минуты

Поскольку учет теплоотвода кровотоком значительно усложняет задачу вычисления локального нагревания ткани лазерным излучением при импульсном режиме, то имеет смысл исключить его из вариантов работы при внутрисосудистой коагуляции синовиальных образований подколенной области.

При высокоэнергетическом интерстициальном воздействии инфракрасным излучением происходит повышение температуры биоткани, что, в свою очередь, приводит к различным деструктивным процессам. В зависимости от величины температуры они будут следующими (табл. 3).

Таблица 3

Реакции биоткани, зависящие от температуры

$T, ^\circ\text{C}$	<i>Эффект на биоткани</i>
37	Не имеется
4–45	Активизация ферментов, образование отеков, изменение мембран, возможная смерть клеток (в зависимости от T)
60	Денатурация протеина, начало коагуляции и некроза
80	Денатурация коллагена, дефекты мембран
100	Обезвоживание
свыше 150	Обугливание
300	Абляция и газообразование

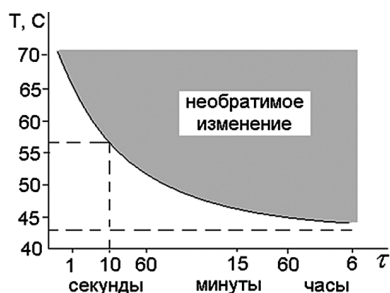


Рис. 25

Особенностью теплового воздействия на биоткань является то, что результат зависит также от времени, в течение которого ткань пребывает в нагретом состоянии. Это время определяется временем воздействия излучения, а также процессами перераспределения тепла при охлаждении после прекращения воздействия.

На рис. 25 приведена диаграмма влияния температуры и времени на необратимое изменение ткани.

На приведенном рисунке видно, что для быстрой и необратимой коагуляции стенки подколенной кисты необходимо воздействовать лазерным излучением в пределах расчетных энергетических параметров в течение времени, достаточного для нагрева серозной жидкости до 80°C, но малого для начала термического переноса на расстояние опасное для близко расположенных сосудов и нервных стволов [37; 41]. Игнорирование теплопроводности тканей и нарушение временных параметров может привести к недопустимому повышению температуры образующих тканей, их деструкции и последующему развитию нежелательных явлений или серьезных осложнений. Размер слоя, прогретого за счет теплопроводности, составляет величину $2\sqrt{\alpha t}$. Температуропроводность мало отличается для различных мягких биотканей $\alpha \approx 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2/\text{с}$ (табл. 3).

Таблица 4

Оценочные значения термической глубины проникновения энергии в биоткани для разных длительностях воздействия излучения

Длительность воздействия	Термическая глубина проникновения энергии, $2\sqrt{\alpha t}$
1 секунда	0,72 мм
1 минута	5 мм

Резюмируя все вышеизложенное, можно сказать, что лазерный нагрев плотной соединительной ткани аналогичен обычному термическому нагреву. Если температура ткани при лазерном нагреве превышает 70°C, то происходит полная денатурация коллагена, что подтверждено методами дифференциальной сканирующей калориметрии, сорбции паров воды и спектроскопией комбинационного рассеяния. Если же соединительную ткань нагреть лазером до 50°C, то в ней происходит изменение надмолекулярной структуры, сводящееся, по всей видимости, к нарушению взаимодействия коллагеновых волокон [1; 22; 53]. Данные биологические процессы являются обратимыми и могут служить причинами рецидива заболевания.

Денатурация коллагена в соединительных тканях протекает в том случае, если температура лазерной обработки превышает 70°C [1; 79]. Энергию излучения, необходимую для разогрева остаточного внутрисуставного содержимого и стенок кисты Бейкера до необходимого уровня, можно рассчитать по формуле классического соотношения:

$$E = mc \Delta T,$$

где E — поглощенная энергия, m — масса нагреваемого объема, c — его теплоемкость, ΔT — изменение температуры в результате нагрева. Таким образом, теплоемкость — это характеристика вещества, показывающая, какое количество энергии требуется для повышения температуры единицы массы тела на 1 градус Цельсия.

Для описания распространения тепла в ткани важными также являются такие тепловые характеристики ткани, как теплоемкость и теплопроводность. Теплоемкость вещества — величина, равная количеству теплоты, необходимому для нагревания 1 кг вещества на 1 градус. Можно предположить, что количество теплоты, необходимое для нагревания некой массы многокомпонентного вещества, равно сумме количества теплоты, необходимого для нагрева каждой из его компонент. Теплоемкость воды (4,2 Дж/г*°C) велика относительно теплоемкости других органических веществ, и очевидно, что теплоемкости биологических

тканей будут сильно различаться в зависимости от содержания воды. Коллагеновые волокна фиброзной соединительной ткани содержат около 65% [12; 62] воды, и ее удельная теплоемкость равняется 2,37 Дж/г*С° [33; 9; 61; 64]. Подставляя это значение в вышеприведенную формулу, несложно подсчитать, что для разогрева 1 грамма соединительной ткани капсулы кисты Бейкера на 33 С° (от 37 С° — температуры тела — до 70 С° — температуры денатурации коллагена) необходимо 78,21 Дж.

Энергия E , поступающая в кисту, при определенной мощности излучения P зависит от времени облучения. Если потери энергии на теплоотвод, как в принятой нами модели, пренебрежимо малы, то увеличение температуры облучаемой ткани пропорционально времени воздействия:

$$E = Pt = mc \Delta T.$$

Так как неинвазивными методами определить массу стенки кисты Бейкера невозможно, то мы ее можем представить как произведение плотности ткани на ее объем. Известно, что плотность — это масса единичного объема вещества. Также известно, что масса объекта, состоящего из нескольких компонент, будет равна сумме масс всех этих компонент [8; 43].

Откуда время воздействия лазерным излучением на объемное синовиальное образование для ее нагрева до необходимой температуры:

$$t = V\rho c\Delta T/P,$$

где V — объем тканей кисты, подлежащих коагуляции, в см³, ρ — средняя плотность тканей, образующих синовиальное образование, в г/см³, c — их удельная теплоемкость в Дж/г*С°.

Для расчета объема учитываем тот факт, что киста Бейкера имеет сложную многомерную форму, и для упрощения расчетов ожидаемого пространственного распределения источника теплового воздействия и реакций тканей (динамикой последствий) на эти воздействия мы применили метод математического моделирования. Так как большинство известных

методов не позволяют в полной мере выполнять измерения оптических и геометрических параметров исследуемой среды, было допущено, что однокамерная киста или одна из ее камер является полым неравносторонним эллипсоидом с оболочкой определенной толщины, равномерно заполненным однородной серозной жидкостью.

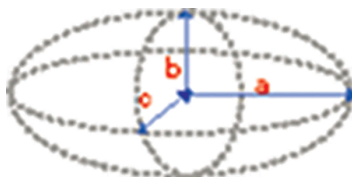


Рис. 26. Схематическое изображение
полого неравностороннего эллипсоида.

$$\frac{4}{3} \pi abc ,$$

где $\pi = 3,14$, a — радиус по оси x в см, b — радиус по оси y в см, c — радиус по оси z в см.

Аналогичный способ уже неоднократно применялся в медицинских исследованиях как отечественных, так и зарубежных ученых [10; 42; 86].

По данным многочисленных гистологических исследований, коллагеновые волокна фиброзной соединительной ткани, составляющие основную часть стенки кисты Бейкера, очень прочны, но имеют низкую эластичность, их модуль упругости не превышает 60–70 кг/мм [62], следовательно, сокращением ее истинных размеров после эвакуации внутрисуставной серозной жидкости можно пренебречь. Таким образом, объем ткани капсулы кисты Бейкера, подлежащий коагуляции инфракрасным высокоэнергетическим излучением, определяется как разница между объемом неравномерного эллипсоида, рассчитанного по размерам наружной поверхности кисты, и объема такой же фигуры, но вычисленного от внутренней поверхности стенки кисты.

В это определение заложена величина максимальной толщины капсулы синовиального образования, визуализированного

при сонографическом исследовании. Это допущение позволило нам избежать сложных измерений полостного образования, потерь времени на их запись и расчета объема с точностью, превышающей утилитарную практическую необходимость [39; 26]. При наличии специального программного обеспечения в аппарате УЗИ, позволяющего рассчитать объем образования по трем параметрам, можно выполнить это автоматически [70].

ГЛАВА 7

РАЗВИТИЕ ПУНКЦИОННЫХ ИГЛ. НЕОБХОДИМОСТЬ В СПЕЦИАЛЬНОЙ ИГЛЕ ДЛЯ РЕКОМЕНДУЕМОЙ МЕТОДИКИ. ОПИСАНИЕ ИГЛЫ

Пункционные иглы предназначены для введения или извлечения жидкости из просвета органов или полостей, а также для взятия образцов ткани для гистологических исследований. Возможность защиты от попадания попутного материала или очистки от него просвета иглы в процессе манипуляции с помощью мандрена.

В современной медицине пункционные методы широко применяются для диагностических и лечебных манипуляций. Игловая биопсия — иногда единственный метод, позволяющий установить точный морфологический диагноз при поражениях внутренних органов. Игловая аспирационная биопсия — диагностическая манипуляция, прокол исследуемого органа или ткани с целью получения клеточного или жидкостного отделяемого материала для цитологического исследования путем аспирации его в просвет иглы. Для подобного получения биоптата применяют специальные иглы.

Строение большинства биопсийных и пункционных игл одинаково: они состоят из самой иглы и стилета, или мандрена. С помощью стилета проводят забор гистологического материала, поэтому он имеет режущую кромку и длину чуть более длины рабочей части иглы. Во время манипуляции

стиллет выводят из просвета и срезают образцы ткани, а затем втягивают в просвет иглы участок ткани. При работе с пункционными иглами мандрен необходим только на момент продвижения сквозь ткани до объекта. Затем он удаляется, и через освободившийся канал производится аспирация отделяемого. Поэтому наконечник иглы и конец мандрена имеют одинаковый угол заточки и составляют целостную конструкцию, облегчающую преодоление толщи тканей.

Для проведения интервенционных вмешательств используются самые различные подходы: обычная пункция поверхностных образований, трансбронхиальный, трансторакальный, эндохирургический и прочие доступы. Такое разнообразие показаний, локализаций применения и технических особенностей манипуляции требует множества конструктивных решений. Появились высокоспециализированные иглы, имеющие дугообразный изгиб тела для облегчения прохождения тканей с учетом их топографо-анатомических особенностей или ограничители для предотвращения ятрогенных повреждений глубоколежащих структур. Разработанные для санации патологических очагов, изделия для соединения с эластичной трубкой часто имеют оливообразное расширение канюли. Она также может быть оснащена трехходовым краном для перераспределения тока жидкости, а вблизи рабочего конца иглы могут находиться дополнительные боковые отверстия для ускоренного диффузного распространения вводимого лекарственного раствора.

Разработка средств визуализирующего контроля к возможности выполнения более сложных медицинских мероприятий. Так, например, распространение метода ЭКО привело к постоянному совершенствованию формы иглы для аспирации, в результате которого внедрены в практику иглы с двойным просветом (англ.: *double lumen*). Дополнительным технологическим решением стало производство игл с экзогенным наконечником и эхо-градуировкой для контроля глубины введения. Подобное усовершенствование позволило внедрить использование ультразвука для визуализации продвижения иглы. Этот способ имеет множество преимуществ над другими методами не прямой визуализации за счет исключительной точности

и возможности непосредственного контроля в реальном времени.

Изначально авторами рекомендуемой манипуляции использовались обычные одноканальные пункционные иглы различной длины. После пункции кисты Бейкера иглой с заранее введенным в нее лазерным световодом через дополнительную пункционную иглу аспирировали содержимое кисты, а затем выполняли тумесцентную анестезию. После удаления игл из пациента, осуществляли воздействие высокоэнергетическим излучением. Наряду с простотой и эффективностью применения интерстициальной лазерной облитерации кист, был выявлен ряд недостатков и сложностей при выполнении вмешательства. При пункции двумя иглами отмечается максимальная степень повреждения мягких тканей, неудобство одновременной манипуляции световодом и шприцем для аспирации внутрисполостной жидкости. При проведении тумесцентной анестезии необходимо максимально эвакуировать содержимое, но при последующем этапе, заключающемся в центрации и адекватной установке световода около соустья, возникает необходимость в повторном тугом заполнении полости для улучшения визуализации иглы и световода посредством ультразвукового сканирования, а также для облегчения манипуляции иглой со световодом внутри полости. Так как наибольший коагулирующий эффект стенки создается в непосредственной близости от световода, мы были вынуждены повторно опорожнять кисту. Изменение порядка этапов вмешательства невозможно, поскольку неправильное расположение кварцевого проводника лазерного излучения могло привести к некрозам окружающей клетчатки и последующему развитию воспалительных инфильтратов. Кроме того, при сохранении значительных остатков серозной жидкости в полости отсутствовал надежный контакт между стенкой кисты и световодом, что не обеспечивало в дальнейшем надежной облитерации.

Таким образом, для УЗИ-контролируемой лазерной облитерации кист Бейкера, учитывая их морфологические особенности, пункционные иглы должны отвечать требованиям для аспирационно-ирригационного инструментария. То есть иметь двухпросветную полость, манерен, ультразвук-контрастную маркировку рабочего конца иглы.

Наиболее близким по технической сущности к этим требованиям является пункционная игла для проведения внутриполостной коагуляции (см. патент РФ на полезную модель №148055, МПК А61В17/34, з. 15.08.2014), содержащая две полых металлических трубки, основную и дополнительную, с заостренными рабочими концами и канюлями на противоположных концах; основная полая металлическая трубка содержит мандрен, дополнительная полая металлическая трубка имеет диаметр, равный ширине просвета основной полый металлической трубки, и вставлена в основную полую металлическую трубку под углом, а обе канюли выполнены с заглушками.

Недостаток известной пункционной иглы заключается в том, что основная трубка имеет заостренный рабочий конец, что может привести к повреждению мягких тканей стенки кисты во время внутриполостных манипуляций, а также при такой конструкции пункционной иглы возможно неконтролируемое дренирование полостного образования через основную трубку в момент введения через нее гибкого инструментария. Самопроизвольная аспирация приводит к резкому ухудшению визуализации патологического образования на мониторах контролирующего оборудования, что значительно затрудняет манипуляцию или делает ее попросту неосуществимой.

Поставленные задачи были решены тем, что в предлагаемой пункционной игле для проведения внутриполостной коагуляции, имеется две полые металлические трубки с канюлями на противоположных концах, выполненные с заглушками, причем дополнительная полая металлическая трубка имеет диаметр, равный ширине просвета основной полый металлической трубки, и вставлена в основную полую металлическую трубку под углом.



Рис. 27

Основная трубка, содержащая мандрен, имеет тупой рабочий конец, а мандрен выполнен с заостренным концом; в заглушке канюли основной трубки зафиксирован мандрен, а заглушка канюли дополнительной трубки содержит в своей конструкции эластичную мембрану.

Выполнение пункционной иглы с тупым рабочим концом основной трубки и с заостренным концом мандрена позволяет выполнить пункцию, а затем удалить колющий элемент основной трубки из зоны манипуляции в мягких тканях, предотвращая их повреждение, снижая травматизм при лечении.

Перед началом манипуляций заглушка с эластичной мембраной перемещается с канюли дополнительной трубки на канюлю основной. Наличие эластичной мембраны в конструкции этой заглушки позволяет проводить через нее гибкий инструментарий без потери внутриполостного давления и размеров образования, резкое снижение которых обусловлено неконтролируемым дренированием жидкостного содержимого, что ухудшает качество визуализации патологического образования на мониторах контролирующего оборудования. Что не позволяет завершить выполнение манипуляции.

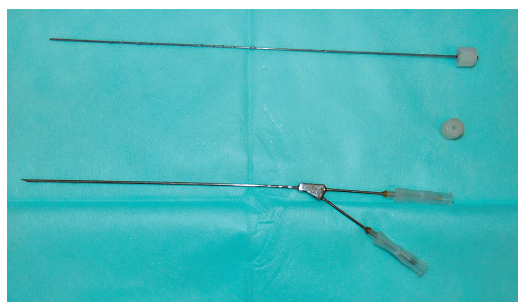


Рис. 28

Проведение через один прокол пункционной иглы эвакуации содержимого полости образования, введение волоконного световода и лекарственных веществ обеспечивает сохранность герметичности, дает возможность управления внутриполостным давлением и, соответственно, размером полости образования

с эластичными стенками, что, в свою очередь, облегчает процесс локализации иглы или тонкого гибкого медицинского инструмента на мониторе визуализирующего устройства, что обеспечивает выполнение внутриволокнистой манипуляции в полном объеме.

Одновременное введение внутрь полости образования пункционной иглы, с размещенным заранее внутри ее просвета волоконным световодом, и анестетика (через дополнительную канюлю пункционной иглы) обеспечивает возможность лазерной остеоперфорации — введение пункционной иглы в костные ткани без общего наркоза и избегая локального ожога тканей, так как анестетик, проникая в межтканевое пространство, увеличивает теплоемкость окружающих тканей, не подлежащих хирургическому воздействию.

Предварительная инфильтрация ткани по планируемой траектории движения пункционной иглы местным анестетиком позволяет проводить манипуляции под местным наркозом, исключая риски, связанные с действием наркотических препаратов.

На фиг. 1/2 представлена пункционная игла для проведения внутриволокнистой манипуляции. На фиг. 2/2 представлен вид разреза тупого рабочего конца основной полый металлической трубки с заостренным мандреном. На фиг. 3 представлен вид разреза соединения дополнительной полый металлической трубки с основной. На фиг. 4 представлен вид разреза заглушки канюли на основной полый металлической трубке. На фиг. 5 представлен вид разреза заглушки канюли дополнительной полый металлической трубки, выполненной с эластичной мембраной (прокладкой резиновой).

В пункционную иглу входит:

- 1) основная полая металлическая трубка;
- 2) дополнительная полая металлическая трубка;
- 3) мандрен;
- 4) канюля дополнительной полый металлической трубки;
- 5) канюля основной полый металлической трубки;
- 6) заглушка канюли на дополнительной полый металлической трубке, содержащая эластичную мембрану (прокладка резиновая);

-
- Technical drawing of a mechanical assembly, showing a main view and three detailed views (A, B, and D).
- Main View:** A horizontal shaft (1) with a diameter of $\Phi 120^*$ and a total length of $\Phi 203^*$. It features a central section (B) with a diameter of 30 ± 1 and a section (A) with a diameter of 20 ± 1 . A section (D) is shown at the right end.
- View A (4:1):** A detailed view of the section (A) showing a shaft (1) with a diameter of 1.4 ± 0.3 and a length of 1.1 (in units of $\Phi 1.0$). It includes a "US markers" label.
- View B (4:1):** A detailed view of the section (B) showing a shaft (1) with a diameter of 1.6 and a length of 1.6 . It includes a "US markers" label.
- View D (4:1):** A detailed view of the section (D) showing a shaft (1) with a diameter of 1.6 and a length of 1.6 . It includes a "US markers" label.

Основная полая металлическая трубка (1) выполнена тупой, а введенный в нее мандрен (3) заострен. Дополнительная полая металлическая трубка (2) подсоединена под углом к основной полой металлической трубке (1). Канюля (4) на противоположном конце дополнительной полой металлической трубки (2) выполнена с заглушкой (6). Канюля (5) на противоположном конце основной полой металлической трубки (1)

выполнена с заглушкой (7). Мандрен (3) жестко зафиксирован в заглушке (7). Заглушка (6) содержит в себе эластичную мембрану (8) — резиновая прокладка. При этом диаметр основной полой металлической трубки (1) соответствует ширине просвета дополнительной полой металлической трубки (2).

ГЛАВА 8

ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ МЕТОДИКИ УЗИ-КОНТРОЛИРУЕМОЙ ЛАЗЕРНОЙ ОБЛИТЕРАЦИИ КИСТЫ БЕЙКЕРА

Показаниями к использованию данной медицинской технологии является наличие диагностированной кисты Бейкера, расположенной на расстоянии не менее 1 см от кровеносного сосуда или нерва.

Противопоказания в соответствии с общепринятой классификацией делятся на абсолютные и относительные.

Абсолютные:

1. Инфекционный (септический) воспалительный процесс в кисте или околосуставных тканях, общее инфекционное заболевание.
2. Содержание тромбоцитов менее $150 \times 10^3/\text{л}$.
3. Патологическая кровоточивость (эндогенная или вызванная применением антикоагулянтов).
4. Отсутствие безопасного доступа к объекту манипуляции.
5. Отсутствие четких УЗ-признаков жидкостного содержимого в кисте, выраженная васкуляризация полости по данным доплеровского исследования (возможно — синовииома).
6. Локальный онкоанамнез или подозрение на онкопроцесс, выявленный при предварительном обследовании.
7. Отсутствие контакта с пациентом (психозы).
8. Отсутствие информированного согласия больного на проведение малоинвазивной манипуляции.

Относительные:

1. Общее тяжелое состояние пациента.
2. Неэффективность (или кратковременность) действия двух предыдущих процедур.
3. Аллергическая реакция на компоненты для местной анестезии и/или антисептики.

При наличии риска возникновения или активизации инфекционного процесса в зоне предполагаемой пункции пациенту с профилактической целью назначались антибиотики.

Перед планируемой пункцией отменяли следующие препараты:

- варфарин — за несколько дней (3–5);
- гепарин — за 6 часов;
- пентоксифиллин (трентал) — за 7 дней;
- аспирин — за 7 дней;
- нестероидные противовоспалительные препараты — за 2 дня;

Также рекомендовали исключить прием других препаратов, влияющих на свертывающую систему крови.

ГЛАВА 9

ОСНАЩЕНИЕ МАНИПУЛЯЦИОННОЙ И ИНСТРУМЕНТАРИЙ

Для осуществления пункционной УЗИ-контролируемой интерстициальной лазерной облитерации необходим отдельный процедурный кабинет, соответствующий по асептическим свойствам чистой перевязочной, с предпроцедурной. Отделка помещений должна быть выполнена только из негорючих материалов без применения глянцевых, блестящих, хорошо (зеркально) отражающих лазерное излучение материалов. Коэффициент отражения, согласно ГОСТ Р 50723-94, рекомендуется не более 0,4. В выполнении чрескожных пункций и манипуляциях с лазерным оборудованием принимает участие бригада, состоящая из хирурга и перевязочной сестры. Их работа и сани-

тарно-эпидемиологические требования к помещению оговорены в СанПиН 2.1.3.2630-10.

Для эффективного использования временных и трудовых ресурсов, а также обеспечения адекватного наблюдения за больными мы рекомендуем проводить в смену не более 8—10 пункций.

Ниже перечислено оптимальное аппаратное оснащение кабинета УЗИ-контролируемой высокоэнергетической лазерной облитерации:

- аппарат УЗИ, работающий в режиме реального времени, с возможностью проведения доплеровского исследования;
- наличие специального пункционного датчика либо адаптера на линейный или конвексный датчик с частотой не менее 7,5 МГц;
- аппарат хирургический лазерный с длиной волны 1470—1560 нм.

Необходимое оснащение кабинета:

кушетка (стол) для пациента высотой 75—85 см для проведения манипуляций на нижних конечностях; возле кушетки (стола) желательно иметь деревянные ступеньки для больного;

- стул и столик для больного при работе на верхних конечностях;
- шкафчик с аптечкой неотложной помощи;
- столик для одноразового стерильного материала (салфетки, пеленки, простыни);
- штатив для пробирок;
- емкость (лоток, тазик) для слива получаемой при пункции жидкости;
- столик (тумбочка) для медицинских документов;
- журнал для ежедневной регистрации выполняемых в кабинете процедур и предпроцедурной проверки;
- журнал для регистрации направлений на анализы синовиальной жидкости;
- журнал для регистрации послепроцедурных осложнений;
- клеенчатые подкладные (под конечности) подушечки размером 15х30 см и 25х40 см.

Расходные материалы на одно вмешательство:

- бактерицидный пластырь на место инъекций;
- стерильные шприцы (одноразовые) 2, 5 и 20 мл (типа «Луер-Лок»), иглы 18Gx1½», 21Gx1½», 23Gx1¼»;
- игла пункционная двухканальная с мандреном, стерильная однократного применения по ТУ-9398-016-52318770-2015;
- одноразовые стерильные оптические световоды от 0,4 мм до 1 мм;
- стерильные резиновые перчатки;
- набор эластичных бинтов, разных по ширине;
- одноразовые пробирки для синовиальной жидкости, направляемой на исследование в лабораторию;
- одноразовые нестерильные бахилы, шапочки и маски;
- нестерильные одноразовые пеленки и простыни;
- стерильные одноразовые простыни, пеленки;
- упаковки стерильных хлопчатобумажных салфеток.

Необходимые медикаменты на одно вмешательство:

- флаконы с 70—90-процентным спиртом и раствором йода;
- ампулы или флаконы с физиологическим раствором и анестетиками (2% лидокаин, 0,5% новокаин);
- по 1 упаковке ампул седуксена или реланиума.

Подготовка инструментария и оборудования к манипуляции

После плановой уборки процедурной необходимо набрать достаточное количество наборов и проверить целостность упаковки и адекватность сроков хранения, поскольку весь инструментарий и расходный материал одноразовый.

Набор для одной процедуры:

1. Стерильные шприцы (одноразовые) 2, 5 и 20 мл (типа «Луер-Лок») — по 1 шт.
2. Иглы 18Gx1½", 21Gx1½", 23Gx1¼" по 1 шт.
3. Игла пункционная двухканальная с мандреном, стерильная однократного применения по ТУ-9398-016-52318770-2015.

4. Одноразовые стерильные оптические световоды от 0,4 мм до 1 мм — 1 шт. (диаметр в зависимости от размера ганглия).
5. Стерильные резиновые перчатки — 3 пары.
6. Бактерицидный пластырь на место инъекций — 1 шт.
7. Одноразовые пробирки для синовиальной жидкости — 1 шт.
8. Стерильная одноразовая простыня — 1 шт.
9. Нестерильные одноразовые пеленки и простыни — по 1 шт.
10. Нестерильные шапочки и маски — по 3 шт.
11. Нестерильные одноразовые бахилы — 3 пары.

ГЛАВА 10

ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ ПАЦИЕНТА К МАНИПУЛЯЦИИ И ОПИСАНИЕ МЕТОДИКИ

В предперевязочной пациент раздевается до нижнего белья и надевает одноразовые нестерильные шапочку, маску, бахилы. Затем проходит в манипуляционную и укладывается животом вниз на покрытый нестерильной одноразовой простыней манипуляционный стол.

Операционное поле над образованием трижды обрабатывается 70-процентным этиловым спиртом с раствором хлоргексидина (0,05%). Место пункции обкладывается стерильной простыней или пеленкой. Датчик ультразвукового аппарата рекомендуется обработать 70-процентным этиловым спиртом.

После на операционное поле наносится стерильный гель для ультразвуковых исследований, а на трансдьюсер надевается стерильная латексная оболочка. Под сонографическим контролем выбирается оптимальная пункционная точка по задней поверхности коленного сустава. При выборе пункционной точки мы настоятельно рекомендуем учесть два важных момента. Во-первых, выявить расположение сосудистого

русла, прохождение крупных нервных стволов в прилежащих зонах и их анатомическое взаимоотношение с соустьем кисты. Во-вторых, при локации полости кисты Бейкера определить проекцию ее максимально длинной оси, начальной точкой которой является соустье.

Иглу пункционную двухканальную с мандреном вынимают из упаковки на манипуляционный столик. С канюли (4) необходимо удалить заглушку (6) и отложить ее в сторону. На ее место прификсировать шприц типа «Луер», наполненный местным анестетиком. При необходимости или исходя из предпочтений хирурга к канюле (4) можно присоединить пластиковую трубку от системы для внутривенной инфузии. Подобный маневр позволяет освободить операционное поле и уменьшить общий вес хирургического инструментария, удерживаемого на весу.

Процедура пункционной лазерной облитерации начинается с обезболивания кожи и поверхностного слоя подкожной клетчатки в месте запланированной манипуляции малопроцентным раствором лидокаина (2% — 2,0) или новокаина (0,5% — 5,0) (рис. 30). Данный этап также визуализируется методом сонографии. На этом этапе важно сориентировать ультразвуковой датчик так, чтобы соответствующая часть экрана отображала ипсилатеральные стороны операционного поля.



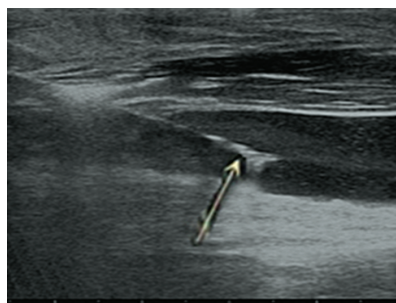
Рис. 30

Далее через обезболенный участок двухканальной пункционной иглой прокалывается кожа, не извлекая мандрена (3). УЗИ-контролируемая пункция кисты Бейкера выполняется спо-

собою «свободной рукой». Ход пункционной иглы в сторону кисты производится под постоянным контролем визуализирующего оборудования, соблюдая параллельность тракции относительно выбранной плоскости контрольного сканирования.

Оптимально, если врач ультразвуковой диагностики периодически покачивающими движениями будет несколько отклонять плоскость ультразвукового сканирования от траектории иглы для отображения анатомических структур, расположенных рядом с зоной проведения процедуры. Тракция пункционной иглы производится медленно, с остановками, постоянно подсылая местный анестетик из шприца на дополнительной канюле (4). При достижении концом иглы стенки кисты на мониторе первоначально мы можем наблюдать ее изгиб. Движение нужно продолжать до ощущения провала сквозь стенку полостного образования, лоцируя вход иглы внутрь полости, как показано на рис. 31. Факт пункции кисты также должен быть подтвержден документально методом записи полученного изображения на жесткий диск или на фотобумаге.

Шприц с остатками местного анестетика удаляется и меняется на пустой шприц типа «Луер» для взятия внутрисуставной жидкости путем аспирации за счет отрицательного давления, создаваемого при помощи поршня (рис. 32).



*Рис. 31. Артросонограмма кисты Бейкера и ее соустье.
Стрелкой указана игла, расположенная в полости кисты*



Рис. 32

Неадекватное опорожнение кисты от содержимого часто служит причиной нагревания фиброзной стенки меньше оптимального уровня из-за поглощения лазерного излучения водной составляющей. В таком случае мы наблюдали, что окклюзия кисты Бейкера происходит не за счет полноценной облитерации, а из-за коагуляции белка внутрисполостной серозной жидкости, которая в дальнейшем неминуемо подвергается лизису, приводя к рецидиву заболевания. В случаях обнаружения чрезвычайно вязкого экссудата для облегчения его эвакуации рекомендуется удалить мандрен (3), потянув за заглушку (7), а на освободившуюся канюлю надеть заглушку (6). Возможно поменять шприц и заглушку (6) местами.

Затем извлекается шприц с аспирированной патологической жидкостью и на канюлю (4) незамедлительно фиксируется идентичный, заранее наполненный местным анестетиком или физиологическим раствором (рис. 33).



Рис. 33

Полученный аспирационный материал нужно оценить на количество, цвет, прозрачность и вязкость и зафиксировать эти данные в протоколе манипуляции.

Аспирационный материал рекомендуется разделить следующим образом:

- 1 каплю нанести на предметное стекло и направить в цитологическую лабораторию;
- остаток серозной жидкости из шприца перелить в одноразовую пробирку и направить на биохимическое и (или) бактериологическое исследование.

Для отмывания остатков внутриполостной жидкости в кисту из шприца на канюле (4) вводится, а затем тут же удаляется обратный физиологический раствор или анестетик в количестве, равном объему аспирата (рис. 34).



Рис. 34

Это позволяет значительно уменьшить количество растворенного белка внутри полости, способного образовать коагулят на рабочем конце световода, снижая тем самым выходную мощность излучения. Для поддержания оптимального для визуализации просвета кисты по необходимости в ее полость вводится незначительный объем водного раствора (2–3 мл) местного анестетика при помощи нового шприца, фиксированного к канюле (4) дополнительной металлической трубки (2). Поскольку система является герметичной, обычно повторения этого действия не требуется.

Для обеспечения безболезненности вмешательства, также под контролем ультразвукового сканера, осуществляется тумесцентная анестезия. Анестетик вводится вручную

с использованием иглы 25 G длиной 1,5 дюйма, соединенной со шприцем объемом 20 мл. Для проведения этого вида местной анестезии на 1 см длине кисты используются 10 мл 0,1% лидокаина. Инфильтрацию мягких тканей, окружающих стенки кисты Бейкера, необходимо выполнить полипозиционно, с формированием двух «подушек» над и под образованием, также служащих защитным барьером, препятствующим нагреванию окружающих тканей. При проведении тумесцентной анестезии особое внимание уделяется предупреждению дополнительных перфораций инъекционной иглой стенки кисты и контролю дислокации пункционной иглы из ее полости.

После этого этапа удаляется мандрен (3), потянув за заглушку (7), на освободившуюся канюлю надевается заглушка (6). Через заглушку (6) на канюле основной полый металлической трубки (1) вводится световод, заранее установленный в разъем хирургической лазерной установки. Удерживая ультразвуковой датчик над областью кисты, световод продвигают по просвету до его появления из конца иглы на расстояние примерно 0,5—0,8 см. Затем комплекс «световод — игла» подводится максимально близко к соустью кисты или к самой дальней точке образования (рис. 35). Перед началом лазерного воздействия необходимо еще раз убедиться, что к области коагуляции не подлежат крупные сосуды и нервы.

Предварительно устанавливается мощность излучения — 9 Вт, режим — постоянный. Время воздействия лазерным облучением составляет примерно 10–12 секунд и контр-

олируется по УЗИ-картине в реальном времени. Соустье обрабатывается до полной облитерации, что визуализируется в виде сонографического симптома образования гиперэхогенного участка в просвете шейки кисты.

Далее осуществляется коагуляция непосредственно стенок кисты Бейкера, для чего световод заводили обратно

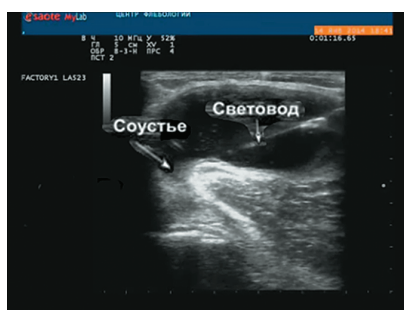


Рис. 35. Артросонограмма кисты Бейкера с соустьем. Виден световод

в иглу с таким расчетом, чтобы его кончик выходил за пределы пункционной иглы не более чем на 3–5 мм. Также используется мощность 9 Вт, режим излучения — постоянный. Время воздействия зависит от длины кисты в плоскости ультразвуковой визуализации, скорость тракции световода составляет 1 мм/сек. Контроль течения процесса облитерации осуществляется и оценивается по образованию пузырьков пара («закипания») и последующему формированию гиперэхогенной полосы на месте ранее выявляемой полости кисты Бейкера. При необходимости проводится повторное лазерное воздействие на участок. Применение такого режима вызывает нагрев остатков внутриполостной жидкости и видимую вапоризацию внутреннего слоя, что приводит к коагуляции коллагена, составляющего стенку капсулы кисты с последующей облитерацией образования.

Для обеспечения коагуляции большей площади внутренней поверхности стенки необходимо, кроме обратного поступательного движения, совершать и колебательные по плоскости в полости кисты. Движение комплекса «игла — световод» в этом случае будут иметь z-образную траекторию. При таких боковых движениях рекомендуется периодически переводить трансдьюсер из продольного расположения в поперечное для локации световода и рабочего конца иглы относительно вертикальных границ образования. В случае лечения многокамерной кисты Бейкера аналогичным образом обрабатываются все ее полости.

При попадании рабочего торца световода в полость пункционной иглы отмечается значительное уменьшение яркости контрольного светового пятна на коже и исчезновение УЗ-симптома «закипания» в толще мягких тканей. В этом случае нужно очень осторожно частично вывести иглу из полости кисты, не достигая рабочим концом внутренней стенки примерно 2–4 мм. Чтобы избежать ожога мягких перифокальных тканей, рекомендуется при приближении пятна вапоризации к стенке капсулы прекратить воздействие и тракцию световода. Аккуратно удалить иглу из тела пациента, удерживая световод неподвижно в мягких тканях. При необходимости можно провести дополнительную вапоризацию оставшегося участка

до границы с подкожной клетчаткой, после чего извлечь световод. Общее время воздействия обычно составляет 50–60 секунд и зависит от исходных размеров кисты. В среднем достигается 110 Дж/см линейной плотности энергии.

ГЛАВА 11

ДИНАМИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ В ПОСТМАНИПУЛЯЦИОННОМ ПЕРИОДЕ

В ближайший период

После проведенной манипуляции рекомендуется оставить больного на операционном столе в течение 5–10 минут, а затем выполнить контрольное УЗИ зоны пункции и повторно провести мониторинг сердечно-сосудистой системы. Удовлетворительное самочувствие пациента, стабильные показания кардиомонитора, а также отсутствие признаков нарастающей гематомы в области вмешательства позволяют считать процедуру законченной. На область пункции фиксируется стерильный пластырь, а поверх него — эластичный наколенник или давящая повязка. После окончания манипуляции пациент может самостоятельно покинуть перевязочную в сопровождении медицинской сестры.

Пациентам мы рекомендуем находиться в зале ожидания на территории клиники в течение 3–4 часов. За это время должен быть обеспечен покой конечности и периодическое наблюдение персонала за их общим самочувствием. В этот период требуется обращать особое внимание на симптомы возможного поражения лазерным излучением или гипертермией сосудистой или периферической нервной системы. В рекомендациях при выписке четко указывается рекомендованный срок ношения наколенника или давящей эластичной повязки и даты контрольных осмотров. Прием анальгетических препаратов назначается по необходимости. Если какие-либо медикаменты были отменены перед вмешательством, то указывать сроки возобновления их приема.

В отделенный период

Отдаленные результаты применения лазерной облитерации кист Бейкера мы рекомендуем оценивать на протяжении года после вмешательства.

На контрольном приеме у больных необходимо спросить о субъективных ощущениях, выясняя их динамику и выраженность, произвести общий осмотр и ультразвуковое исследование подколенной области. Отдельно оценить случаи развития серьезных нежелательных явлений и проявления любого патологического характера, напрямую связанные с вмешательством.

В качестве сонографических признаков облитерации кисты Бейкера после проведенной манипуляции приняты следующие признаки: неоднородность содержимого кисты, утолщение стенки полостного образования и уменьшение количества внутрисполостной жидкости.

За критерий эффективности лечения нами принята полнота облитерации кисты Бейкера после проведения лазерной коагуляции. Для описания этого процесса используются следующие определения ее состояния: «облитерация отсутствует», «облитерирована на всем протяжении», «облитерирована большей частью», «облитерирована меньшей частью». Полученная информация также заносится в амбулаторную карту пациента.

После проведенного вмешательства на 2–3 сутки на первый план обычно выходит локальная симптоматика, проявляющаяся местным отеком и экхимозами, имеющими в основном умеренную степень выраженности. Болевой синдром обычно выражен слабо, неврологических и сосудистых расстройств не отмечалось. Динамика ультразвуковых признаков, таких как утолщение стенки кисты и неоднородность внутрисполостного содержимого, выражена от слабого до умеренного. Уменьшение количества жидкости чаще умеренное.

На 7–10 сутки после воздействия локальная и болевая симптоматика по частоте встречаемости и степени выраженности становятся равнозначными. Выраженность всех сонографических признаков динамики облитерации определяется в диапазоне от слабой до умеренной.

В период 30–40 суток после лазерной облитерации наблюдается полное отсутствие контролируемой симптоматики,

данная тенденция сохраняется и при осмотрах на 90—100 сутки. В этот же период четко прослеживается тенденция к уменьшению размеров кисты за счет снижения количества внутрисуставной жидкости и утолщения стенки образования.

Таким образом, по нашим наблюдениям, в постманипуляционном периоде все нежелательные явления полностью купируются после 7–10 дней и не требуют дополнительной лекарственной терапии. Обычно не отмечается таких серьезных нежелательных явлений как местные инфекционные осложнения, реактивные артриты и синовиты.

При ультразвуковом сканировании на 90–100 сутки после операции визуализируется, что стенка кисты увеличивается в толщине в 1,5–2 раза. При этом наружный слой сохраняется полностью, а внутренний (синовиальный слой) выглядит неоднородным — исчезает его линейный характер, сегменты дезинтегрированы, отделены от стенки и обращены в просвет. Просвет кисты становится эхогенным, при компрессии не сжимается и не заполняется при цветовом доплеровском картировании. Эхогенность просвета кисты от 7–10 дня к 90–100 после операции изменяется от анэхогенного к изоэхогенному, когда область полости кисты визуализировать бывает невозможно по отношению к окружающим тканям.

По нашим данным, ни разу окклюзированные соустья кисты Бейкера не подвергались рецидиву с восстановлением исходных размеров в течение всего срока наблюдения. В 15% случаев мы отмечали эпизоды синовита, связанного с обострением гонартроза, как основного заболевания, но и в этих наблюдениях рецидива кисты Бейкера не было. В случае выявления у пациентов частичного восстановления исходных размеров полости в первую неделю после операции необходимо провести повторное вмешательство, даже если при этом синовиальный слой сохранен, но был одновременно утолщен и гиперэхоген. При потенциальных рецидивах просвет кисты в режиме серой шкалы на всем протяжении выглядит анэхогенным с гиперэхогенными бесструктурными линейными включениями по типу «медовых сот». В последующем содержимое становится равномерно анэхогенным, форма кисты восстанавливается, хотя и не достигает исходных размеров.

ВОЗМОЖНЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ОБЛИТЕРАЦИИ КИСТЫ БЕЙКЕРА. СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ.

При строгом соблюдении данных рекомендаций на каждом этапе выполнения манипуляции, безусловном учете индивидуальных показаний и противопоказаний и технически правильном проведении вмешательства опасность развития осложнений практически полностью отсутствует. Однако, основываясь на опыте банальной пункции кисты Бейкера и эндовазальной облитерации вен [14; 49; 54], а также в связи с близким расположением крупных сосудов и нервов и незначительной толщины подкожной клетчатки, возможны следующие осложнения:

- кровотечение;
- ожог мягких тканей;
- повреждение крупных сосудов;
- повреждение крупных нервных стволов;
- инфицирование места пункции;
- облом световода в полости ганглия;
- аллергический шок.

Кровотечение из места пункции может возникнуть у пациентов, принимающих препараты, влияющие на свертывающую систему крови или страдающих различными коагулопатиями. Для предупреждения подобных осложнений необходим тщательный сбор анамнеза и предпункционное обследование показателей гемостаза у пациентов группы риска. В случае развития подобного осложнения назначается гемостатическая терапия.

При длительной экспозиции активного световода в полости кисты Бейкера возможен ожог мягких тканей. Симптоматика подобного поражения зависит от степени и глубины ожога. Проявления могут быть от гиперемии кожи до образования некроза в области ожога. Крайние степени требуют госпитализации в хирургический стационар, а ожоги легкой

степени — только назначений нестероидных противовоспалительных средств и физиолечения — магнитотерапии.

Даже опытный врач может допустить повреждение крупного сосуда или нерва при проведении пункции. Для предупреждения подобных осложнений необходимо строго выполнять следующие правила. Врач УЗД на первом этапе определяет возможность выполнения процедуры и оценивает риск вмешательства в каждом конкретном случае, выбирает положение больного и направление скана для оптимальной визуализации иглы. Выбор безопасной траектории проведения иглы должен осуществляться под постоянным УЗ-контролем. При выявлении повреждения крупного сосуда или нерва необходимо остановить выполнение манипуляции и организовать безопасную транспортировку в специализированный стационар.

Для предупреждения инфицирования места проведения пункции все малоинвазивные вмешательства должны проводиться в условиях манипуляционной или чистой перевязочной с соблюдением правил асептики и антисептики. После процедуры операционное поле должно быть тщательно обработано антисептиком и заклеено стерильным пластырем. В сомнительных случаях рекомендуется назначить короткий курс антибиотиков широкого спектра действия.

Такое осложнение как облом световода в полости кисты может возникнуть только при манипуляции с далеко выстоящим (более 2–3 см) за пределы пункционной иглы концом световода. При возникновении подобного осложнения рекомендуется проведение планового оперативного лечения.

- Аллергическая реакция, вплоть до анафилактического шока, может возникнуть на введение любого лекарственного препарата. Экстренная помощь при анафилактическом шоке, включает следующие мероприятия:
- Все лекарственные средства вводят внутривенно или внутримышечно.
- Место пункции, обкалывают 0,1% раствором адреналина в количестве 1 мл. Если не происходит повышения артериального давления, его вводят еще раз в дозе 0,5 мл.
- Глюкокортикостероидные гормоны: преднизолон — 1–2 мг/кг веса больного, гидрокортизон — 150–300 мг.

- Оказание помощи при анафилактическом шоке включает введение антигистаминных средств: 2% раствор супрастина — 2 мл, 1% димедрола — 5 мл.
- Бронхоспазм купируют введением 24% раствора эуфиллина — 2 мл.
- Сердечную недостаточность устраняют диуретиками (диакарб, лазикс, фуросемид) и сердечными гликозидами (дигоксин, строфантин).
- Освобождают дыхательные пути от слизи.
- Через носовой катетер вводят кислород.
- Алгоритм помощи при анафилактическом шоке предусматривает повторное введение медикаментов каждые 15 минут до наступления должного эффекта.

Реанимационные действия при анафилактическом шоке включают в себя искусственное дыхание, закрытый массаж сердца, трахеостомию, искусственную вентиляцию легких, катетеризацию центральной вены, введение адреналина в сердце. Обязательно вызвать скорую медицинскую помощь для транспортировки пациента в специализированный стационар. После устранения острых явлений пострадавший еще в течение 2-х недель должен проходить десенсибилизирующую терапию.

Обо всех случаях осложнения должна быть сделана запись в специальном журнале с указанием ФИО пациента, виде осложнения, даты и времени его развития. Также необходимо занести в этот журнал информацию о принятых мерах профилактики и лечения осложнения с указанием фамилии врача.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

УЗИ-контролируемый пункционный способ лазерной облитерации кисты Бейкера как метод малотравматичен, применяется с низко аллергенными препаратами, хорошо переносится больными, что позволяет выполнять вмешательство в амбулаторных условиях специалистами, имеющими соответствующий сертификат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверкиев, С. В. и др. Диагностика состояния соединительных тканей при ИК-лазерном воздействии с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния/С.В. Аверкиев и др. // Вестник Московского Университета. – 2005. – Т. 46. – №. 1. – С. 24-28.
2. Андреева, И. В. и др. Дифференциальная диагностика кист Бейкера и других объемных образований подколенной области при ультразвуковом исследовании/И.В. Андреева и др. // Вісник. – 2011. – С. 24.
3. Антонов, В.Ф. Физика и биофизика: учебник/В.Ф. Антонов, Е.К. Козлова, А.М. Черныш. – ГЭОТАР-Медиа, 2010.
4. Ануфриева, С.С. Способ пункционной термотерапии кист молочной железы с использованием высокоинтенсивного лазерного излучения/С.С. Ануфриева, В.Н. Бордуновский, О.А. Курицына и др. // Лазерные технологии в медицине: сб. науч.-практ. работ Челябинского государственного института лазерной хирургии. – Челябинск, 2006. – С. 93-96.
5. Афанасьев, Ю.И. Гистология/Ю.И. Афанасьев, Н.А. Юрина. – Рипол Классик, 2001.
6. Бабич, И.И. Лечение гигром у детей/И.И. Бабич, Г.И. Чепурной, И.В. Бабич // Хирургия. – 1989. – № 11. – С. 79-82.
7. Бадочкин, В.В. Терапия пролонгированными кристаллическими глюкокортикоидами заболеваний опорно-двигательного аппарата/В.В. Бадочкин // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2013. – № 2.
8. Березовский, В.А. Биофизические характеристики тканей человека: Справочник/В.А. Березовский, Н.Н. Колотилов. – Наукова думка, 1990.
9. Боголюбов, В.М. Пономаренко Г.Н. Общая физиотерапия/В.М. Боголюбов, Г.Н. Пономаренко // Москва. – 2008.
10. Бокерия, Л.А. Филатов А.Г., Ковалев А.С. Сравнительный анализ эффективности расширенной радиочастотной абляции зон функционального субстрата при различных формах фибрилляции предсердий/Л.А. Бокерия, А.Г. Филатов, А.С. Ковалев // Анналы аритмологии. – 2013. – Т. 10. – №. 2.
11. Васильева, О.И. Синовиальная киста подколенной области/О.И. Васильева // Ортопедия и травматология, – 1984. – № 7 – С. 28-31.

12. Габуда, С. П. и др. Физические свойства и структура связанной воды в фибриллярных белках коллагенового типа по данным сканирующей калориметрии/С.П. Габуда и др. // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2005. – Т. 82. – № 9. – С. 693-696.
13. Голдберг, Дж. Лазеро- и светолечение. Т. 1/Дж. Голдберг. – М.: ООО «Рид Элсивер», 2010. – 187 с.
14. Гужков, О.Н. Эндовазальная лазерная коагуляция в комплексном лечении больных с варикозной болезнью вен нижних конечностей: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: ГОУ ВПО "Российский университет дружбы народов", Москва, 2009.
15. Данилова, И. М. Ультрасонографическая диагностика кисты Бейкера при гонартрозе: автореф. дис. ... канд. мед. наук./И. М. Данилова. – Курган, 2000. – 115 с.
16. Данилова, И.М. Способ сонографической диагностики кисты Бейкера/И.М. Данилова, В.Д. Макушин, О.К. Чегуров и др. // Патент на изобретение № 2195176 от 27.12.2002 г. Патент РФ.
17. Демьянчук, В.М. К вопросу о гистоморфологии синовиальных ганглиев/В.М. Демьянчук, Е.И. Игнатьев // Тезисы докладов науч. конф. слушателей ВМА. – Л., 1973. – С. 64.
18. Иванников, С.В. Оганесян О.В., Шестерия Н.А. Лазерная артроскопическая хирургия: Дегенеративно-дистрофические поражения коленного сустава. – Бином. Лаборатория знаний, 2002.
19. Игнатьева, Н. Ю. и др. Термическая стабильность коллагена II в хряще/Н.Ю. Игнатьева // Доклады академии наук. – 2004. – Т. 395. – № 5. – С. 696-698.
20. Камшилов, Б.В. Синовиальные кисты подколенной области: этиология, патогенез, диагностика и лечение (обзор отечественной и зарубежной литературы)/Б.В. Камшилов, В.Д. Макушин, О.К. Чегуров // Гений ортопедии. – 2003. – № 2.
21. Кондюрин, А.В. Бесконтактное измерение теплофизических и оптических параметров биологических тканей и материалов методом лазерной ПК-радиометрии/А.В. Кондюрин, А.П. Свиридов, М.В. Обрезкова и др. // Журнал физической химии. – 2009. – Т. 83. – С. 1575-1584.
22. Коновалов, А.Н. Изучение термодинамических свойств коллагена I/А.Н. Коновалов // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. – 2007. – №. 7.
23. Левин, М.Б. Лазеры с ламповым возбуждением на водно-мицеллярных растворах красителей/М.Б. Левин, З.В. Тодрес,

- А.С. Черкасов // Квантовая электроника. – 1986. – Т. 13. – № 7. – С. 1409-1414.
24. Луговец, С.Г. Подколенные кисты при ревматических болезнях: диагностика и частота (по данным артросонографии): автореф. дис. ... канд. мед. наук/С.Г. Луговец. – М., 1998. – 95 с.
 25. Макушин, В. Д., Данилова, И.М. Киста Беккера (обзор проблемы по данным литературы)/В.Д. Макушин, И.М. Данилова // Гений ортопедии. – 2000. – № 1.
 26. Миронов, Н. А. и др. Процессы переноса в телах эллипсоидальной конфигурации/Н.А. Миронов и др. // Процессы и аппараты пищевых производств. – 2010. – № 1. – С. 53-57.
 27. Невротин А.И. Введение в лазерную хирургию. – СПб.: Спец. Лит., 2000. – 175 с.
 28. Нурбулатова, Л.Г. Кровеносное микроциркуляторное русло стенок синовиальных сумок коленного сустава / Л.Г. Нурбулатова, В.Ш. Вагапова // Медицинский вестник. – 2010. – Т. 5. – № 5.
 29. Нурбулатова, Л.Г. Строение стенок синовиальных сумок коленного сустава / Л.Г. Нурбулатова, В.Ш. Вагапова // Медицинский вестник. – 2010. – Т. 5. – № 3. – С. 104–107.
 30. Нурбулатова, Л.Г. Строение околосуставных синовиальных сумок коленного сустава / Л.Г. Нурбулатова, В.Ш. Вагапова // Мат. научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения д. м. н., проф. П.Ф. Степанова. – Смоленск, 2009. – С. 22.
 31. Павлова, В. Н. и др. Сустав: морфология, клиника, диагностика, лечение/В.Н. Павлова и др. //М.: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2011.
 32. Павлова В.Н. Синовиальная среда сустава. М.: Медицина, 1980. 296 с.
 33. Пономаренко, Г.Н. Биофизические основы физиотерапии / Г.Н. Пономаренко, И.И. Турковский. – СПб.: ВмедА, 2003.
 34. Протасов, А.В. Интерстициальная лазерная фотокоагуляция в лечении доброкачественных новообразований щитовидной железы / А.В. Протасов, Д.В. Лукьянченко, Т.В. Чернышова // Eur. Respir. J. – 2008. – Т. 32. – С. 1096–1110.
 35. Пушкарева, А.Е. Методы математического моделирования в оптике биоткани: учебное пособие / А.Е. Пушкарева //СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008.
 36. Сапожников, А.М. Хирургическое лечение повреждений и некоторых заболеваний мягких элементов коленного сустава:

- автореф. дис. ... канд. мед. наук / А.М. Сапожников. – Винница, 1972. –17 с.
37. Серебряков, В.А. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии в медицине» / В.А. Серебряков. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. – 266 с.
 38. Сетейкин, А.Ю. Теплофизическая модель взаимодействия лазерного излучения с многослойной биотканью / А.Ю. Сетейкин, И.В. Красников // Вестник АмГУ. – 2005. – №31 – С. 15–17.
 39. Сетейкин А. Ю. Моделирование распространения оптического излучения методом Монте-Карло в биологических средах с замкнутыми внутренними неоднородностями //Оптический журнал. – 2010. – Т. 77. – С. 10.
 40. Соколов А. Л. и др. Применение лазерного излучения 1, 56 мкм для эндовазальной облитерации вен в лечении варикозной болезни //Ангиология и сосудистая хирургия. – 2009. – Т. 15. – №. 1. – С. 69-72.
 41. Соколов А.Л.и др. Эндовенозная лазерная коагуляция в лечении варикозной болезни. Москва, Медпрактика.-М., 2007.
 42. Сопов О. В., Лабазанова А. Л., Ревшвили А. Ш. Отдаленные результаты интервенционного лечения фибрилляции предсердий // Вестник аритмол. – 2012. – Т. 68. – С. 5-13.
 43. Улащик В. С. Большой справочник физиотерапевта.-Минск, 2012.
 44. Хитров, Н.А. Киста Бейкера: варианты течения, сонографический контроль и лечение / Н.А. Хитров // Современная ревматология. – 2009. – №. 1.
 45. Хрущов, Н.Г. Функциональная цитохимия рыхлой соединительной ткани / Н.Г. Хрущов. – М.: Наука, 1969.
 46. Чиркова, А.М. Патоморфологические исследования синовиальных структур кисты Бейкера у больных с гонартрозом / А.М. Чиркова, Н.С. Мигалкин, В.Д. Макушин и др. / Новые технологии в лечении и реабилитации больных с патологией суставов: мат. Всероссийской науч.-практ. конф. (Курган, 2004 г.) – С. 287-289.
 47. Шайдаков, Е. В. и др. Прогнозирование результатов эндовенозной лазерной облитерации у пациентов разных возрастных групп / Е.В. Шайдаков и др. // Новости хирургии. – 2013. – Т. 21. – №2.
 48. Шевцов, В. И. и др. Рентгено-сонографическая семиотика кисты Бейкера / В.И. Шевцов // Гений ортопедии. – 2000. – №2.
 49. Шушарин, А.Г. Морозов В.В., Шевела А.И. Киста Бейкера: диагностика и лечение под УЗ-контролем //Фундаментальные науки медицине: материалы конференции. – 2010. – С. 124.

50. Acebes J. C. et al. Ultrasonographic assessment of Baker's cysts after intra-articular corticosteroid injection in knee osteoarthritis //Journal of Clinical Ultrasound. – 2006. – T. 34. – №. 3. – C. 113-117.
51. Baker W. M. On the Formation of Synovial Cysts in the Leg in Connection With Disease of the Knee-Joint //Clinical orthopaedics and related research. – 1994. – T. 299. – C. 2-10.
52. Bandinelli F. et al. Longitudinal ultrasound and clinical follow-up of Baker's cysts injection with steroids in knee osteoarthritis //Clinical rheumatology. – 2012. – T. 31. – №. 4. – C. 727-731.
53. Bass, L. S. et al. Changes in type I collagen following laser welding / L. S. Bass et al. // Lasers in surgery and medicine. – 1992. – Vol. 12. – N. 5. – P. 500-505.
54. Boyle, A. C. Local Injection Therapy/ A. C. Boyle //Annals of the rheumatic diseases. – 1982. – Vol. 41. – N. 3. – P. 324.
55. Burger, C. Baker's cyst / C. Burger // Chirurg. – 1999. – Bd. 70. – H. 5. – S. 611-612.
56. Chindasub, S. et al. Hemorrhoidectomy by contact Nd: YAG laser / S. Chindasub et al. // Vajira Medical Journal. – 2011. – Vol. 38. – N. 1. – P. 1-3.
57. Deblie, I. Difficulties in the diagnosis of popliteal vein aneurysm / I. Deblie, J. C. Breck, R. Rutsaert // ActaChir. Belg. – 1996. – Vol. 96 (4). – P. 177-178.
58. Fang C. S. J., McCarthy C. L., McNally E. G. Intramuscular dissection of Baker's cysts: report on three cases //Skeletal radiology. – 2004. – T. 33. – №. 6. – C. 367-371.
59. Francis, A. Duck. Physical properties of tissues: a comprehensive reference book / A. Duck Francis. – Academic Press, 1990.
60. Gerber, B.E. Lasers in the Musculoskeletal System: 56 Tables / B.E. Gerber, M. Knight, W. Siebert. – Springer, 2001.
61. Giering K., Lamprecht I., Minet O. Specific heat capacities of human and animal tissues //BiOS Europe'95. – International Society for Optics and Photonics, 1996. – C. 188-197.
62. Grover, C.N. Investigating the morphological, mechanical and degradation properties of scaffolds comprising collagen, gelatin and elastin for use in soft tissue engineering / C.N. Grover, R.E. Cameron, S.M. Best // Journal of the mechanical behavior of biomedical materials. – 2012. – Vol. 10. – P. 62-74.
63. Handy, J.R. Popliteal cysts in adults: a review /J.R. Handy // Semin. Arthritis Rheum. – 2001. – Vol. 31 (2). – P. 108-118.

64. Hasgall PA, Di Gennaro F, Baumgartner C, Neufeld E, Gosselin MC, Payne D, Klingeböck A, Kuster N, "IT'IS Database for thermal and electromagnetic parameters of biological tissues," Version 3.0, September 01st, 2015, DOI: 10.13099/VIP21000-03-0. www.itis.ethz.ch/database
65. Hayashi, K. Thermal surgery: basic science and biologic considerations / K. Hayashi, M. D. Markel // Sports Medicine and Arthroscopy Review. – 2000. – Vol. 8. – N. 3. – P. 251–259.
66. Helbich T. H. et al. Sonomorphologic variants of popliteal cysts // Journal of clinical ultrasound. – 1998. – T. 26. – №. 3. – С. 171-176. 67. Jelínková, H. (ed.). Lasers for medical applications: Diagnostics, therapy and surgery / H. Jelínková. – Elsevier, 2013.
68. Jensen, K. H. Lateral presentation of a Baker's cyst / K. H. Jensen, U. Jørgensen // Clinical orthopaedics and related research. – 1993. – Vol. 287. – P. 202–203.
69. Johnsen, F. M. Diagnosis of popliteal cysts and their complications / F. M. Johnsen, G. Andersen // Ugeskr. Laeger. – 1991. – Vol. 153 (7). – P. 517–518.
70. Ju, J. H. et al. Non-invasive quantification of popliteal cyst volumes by three-dimensional ultrasonography / J. H. Ju et al. // Rheumatology. – 2008. – Vol. 47. – N. 1. – P. 104–106.
71. Kolar, J. Значение артрографической картины кисты Бейкера коленного сустава / J. Kolar, B. Drugova // Вестник рентгенологии. – 1972. – № 5. – С. 71–76.
72. Köroğlu M. et al. Ultrasound guided percutaneous treatment and follow-up of Baker's cyst in knee osteoarthritis // European journal of radiology. – 2012. – T. 81. – №. 11. – С. 3466-3471.
73. Labropoulos N., Shifrin D. A., Paxinos O. New insights into the development of popliteal cysts // British journal of surgery. – 2004. – T. 91. – №. 10. – С. 1313-1318.
74. Lee K. R. et al. Cystic masses of the knee: arthrographic and CT evaluation // American Journal of Roentgenology. – 1987. – T. 148. – №. 2. – С. 329-334.
75. Liao S. T., Chiou C. S., Chang C. C. Pathology associated to the Baker's cysts: a musculoskeletal ultrasound study // Clinical rheumatology. – 2010. – T. 29. – №. 9. – С. 1043-1047.
76. Lindgren, P. G. Gastrocnemio-semimembranosus bursa and its relation to the knee joint. I. Anatomy and histology / P. G. Lindgren, R. Willen // Acta radiologica: diagnosis. – 1977. – Vol. 18. – N. 5. – P. 497-512.

77. Lindgren P. G., Rauschnig W. Clinical and arthrographic studies on the valve mechanism in communicating popliteal cysts //Archives of orthopaedic and traumatic surgery. – 1979. – T. 95. – №. 4. – C. 245-250.
78. Liu, H. et al. Laser induced collagen remodeling: a comparative study in vivo on mouse model/H. Liu et al. // Lasers in surgery and medicine. – 2008. – Vol. 40. – N. 1. – P. 13-19.
79. Majaron, B. et al. Deep coagulation of dermal collagen with repetitive Er: YAG laser irradiation/B. Majaron et al. // Lasers in surgery and medicine. – 2000. – Vol. 26. – N. 2. – P. 215-222.
80. McDonald, D.G. Ultrasound B-scanning in the differentiation of Baker's cyst and thrombophlebitis/D.G. McDonald, G.R. Leopold // Brit.J. Radiol. – 1972. – Vol. 45. – P. 729-732.
81. Parry, D.A. D. The molecular fibrillar structure of collagen and its relationship to the mechanical properties of connective tissue/D.A. D. Parry // Biophysical chemistry. – 1988. – Vol. 29. – N. 1. – P. 195-209.
82. Raunest, J. Optical properties of human articular tissue as implication for a selective laser application in arthroscopic surgery/J. Raunest, H.J. Schwarzaier // Lasers in surgery and medicine. – 1995. – Vol. 16. – N. 3. – P. 253-261.
83. Rauschnig, W. Popliteal Cysts (Baker's Cysts) in Adults: I. Clinical and Roentgenological Results of Operative Excision/W. Rauschnig, P.G. Lindgren //ActaOrthopaedica. – 1979. – Vol. 50. – N. 5. – P. 583-591.
84. Resnick D., Boutin R. D. The encyclopaedia of medical imaging. Musculoskeletal and soft tissue imaging, Band III/1 //ISIS Medical Media, Oslo. – 1999. – T. 310.
85. Silver, F. H. et al. Role of storage on changes in the mechanical properties of tendon and self-assembled collagen fibers/F.H. Silver et al. // Connective tissue research. – 2000. – Vol. 41. – N. 2. – P. 155-164.
86. Steiner E. et al. Ganglia and cysts around joints //Radiologic clinics of North America. – 1996. – T. 34. – №. 2. – C. 395-425, xi-xii.
87. Sternberg, R. A. et al. Association between Absolute Tumor Burden and Serum Bone Specific Alkaline Phosphatase in Canine Appendicular Osteosarcoma/R.A. Sternberg et al. // Journal of Veterinary Internal Medicine. – 2013. – Vol. 27. – N. 4. – P. 955-963.
88. Taylor, A.R. A valve. An explanation of the formation of popliteal cysts/A.R. Taylor, N.A. Rana // Annals of the rheumatic diseases. – 1973. – Vol. 32. – N. 5. – P. 419.
89. Torreggiani W. C. et al. The imaging spectrum of Baker's (popliteal) cysts //Clinical radiology. – 2002. – T. 57. – №. 8. – C. 681-691.

90. Trăistaru R. et al. A complex assessment of patients with knee osteoarthritis and Baker's cyst: observational study/R. Trăistaru et al. // Romanian journal of morphology and embryology. Revue roumaine de morphologie et embryologie. – 2013. – Vol. 54. – N. 3. – P. 593.
91. Van den Bos R. R. et al. Endovenous laser ablation – induced complications: review of the literature and new cases/R. R. Van den Bos et al. // Dermatologic Surgery. – 2009. – Vol. 35. – N. 8. – P. 1206-1214.
92. Van Holsbeeck M. T., Introcaso J. H. Musculoskeletal ultrasound. – St. Louis, MO : Mosby, 2001. – T. 546.
93. Vo-Dinh, T. (ed.). Biomedical photonics handbook/T. Vo-Dinh (ed.). – CRC press, 2010.
94. Ward E. E. et al. Sonographic detection of Baker's cysts: comparison with MR imaging //American Journal of Roentgenology. – 2001. – T. 176. – №. 2. – C. 373-380.
95. Zhilin, K.M. Effect of laser radiation absorption in water and blood on the optimal wavelength for endovenous obliteration of varicose veins/K.M. Zhilin, V.P. Minaev, A. L. Sokolov // Quantum Electronics. – 2009. – Vol. 39. – N. 8. – P. 781-784.

Научное издание

Сергей Александрович Чернядьев
Андрей Викторович Жилияков
Наталья Юрьевна Коробова

ВНУТРИПОЛОСТНАЯ УЗИ-КОНТРОЛИРУЕМАЯ ЛАЗЕРНАЯ
ОБЛИТЕРАЦИЯ КИСТЫ БЕЙКЕРА

ISBN 978-5-89895-779-7

Авторы выражают глубокую признательность ректору ГБОУ ВПО УГМУ Минздрава России, доктору медицинских наук, профессору, заслуженному врачу РФ Сергею Михайловичу Кутепову и главному врачу ГАУЗ СО «Институт медицинских клеточных технологий», доктору медицинских наук, профессору Сергею Леопольдовичу Леонтьеву за предоставление возможности проведения научных исследований.

*Редактор Е. Бортникова
Корректор Л. Моисеева
Верстка И. Амромин
Фотоматериал А. Жилияков-мл.*

Оригинал-макет подготовлен:
Издательство УГМУ
г. Екатеринбург
Телефон: (343) 214-85-65
E-mail: pressa@usma.ru
www.usma.ru